

41126  
76



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES.

CAMPUS ARAGÓN

**PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS EN EL PLC  
MICROLOGIX 1500 PARA EL CONTROL  
DE QUEMADOR TJ-100**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICO

**P R E S E N T A :**

CARLOS ALBERTO NOGUEDA GUERRERO

**ASESOR:**

**ELEAZAR MARGARITO PINEDA DIAZ**

MÉXICO

2003

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**PAGINACION**

**DISCONTINUA**

## DEDICATORIAS

Este Trabajo esta dedicado a:

Mi mayor inspiración:

Ana, Ana Luisa y Carlitos

Mi mayor apoyo:

Papá, Mamá, Roberto C. y Luis Octavio

Mi escuela y mis maestros

Con un recuerdo muy especial para:

Martha (†), Julio, Eva y Jesús

Agradezco el apoyo y la dedicación puesta en este trabajo de mi asesor:

Ing. Eleazar Margarito Pineda Díaz

## TEMARIO

### INTRODUCCION

#### CAPITULO 1. CONCEPTOS BASICOS

1.1	Elementos que intervienen en la combustión.....	1
1.2	Condiciones para que se produzca la flama.....	4
1.3	Temperatura de la flama.....	6
1.4	Tipos de quemadores.....	8
1.5	Partes Básicas de un sistema de combustión.....	11
1.6	El tren de válvulas.....	20
1.7	El control tradicional del quemador TJ-100.....	30

#### CAPITULO 2. EL TABLERO DE CONTROL Y MONITOREO DEL QUEMADOR TJ-100

2.1	¿ Como es el tablero existente ?.....	38
2.2	Requerimientos para automatizar.....	41
2.3	Material y equipo necesario.....	43

## TEMARIO

2.4	Descripción de los componentes.....	45
2.5	Cableado de las señales analógicas.....	48
2.6	Cableado de las señales digitales.....	51
2.7	Pruebas eléctricas al tablero.....	53
2.8	Diagramas eléctricos.....	58

## CAPITULO 3. DESCRIPCION DEL PLC MICROLOGIX 1500

3.1	Características .....	68
3.2	Tipos de Tarjetas.....	73
3.3	Tipos de señales de control.....	75
3.4	Dispositivos de interfase.....	79
3.5	Comunicaciones en un sistema PLC.....	81
3.6	Organización y direccionamiento de archivo de datos.....	87
3.7	Preparación e instalación del software.....	97
3.8	Instrucciones de programación .....	104
3.9	Programación de pantallas .....	120

## CAPITULO 4 PROGRAMACION Y PRUEBAS

4.1 Programa del PLC micrologix 1500.....	138
4.2 Programa del panel visual .....	156
4.3 Pruebas al control contra falla de flama (C.C.F.F).....	167
4.4 Pruebas a la botonería y señalización.....	171
4.5 Pruebas a las señales digitales.....	174
4.6 Pruebas a las señales analógicas.....	178
4.7 Arranque.....	182

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFIA

## INTRODUCCION

Los sistemas de combustión (quemadores, hornos, calderas, etc. ) ocupan un lugar muy importante en la vida diaria, se ha convertido en uno de los más importantes requerimientos desde la revolución industrial: El calentamiento de materiales es una necesidad para los procesos de producción en masa, el cual es usado para la producción de vidrio, artesanías y muchas aplicaciones mas, estas fueron creciendo de una manera incontrolada desde los talleres caseros hasta los grandes complejos industriales que conocemos. En la actualidad, todo proceso que involucra temperatura se le denomina proceso Termoindustrial y tiene una gran importancia aun para la industria moderna.

Las diferencias de los procesos antiguos y los modernos son muchas y muy marcadas, por ejemplo el combustible en el principio de la revolución industrial para producir calor fue la madera para las máquinas de vapor y ahora se utilizan procesos con gas o diesel y con los sistemas de seguridad mas actualizados, utilizando la tecnología de punta. Todos los sistemas de combustión tienen la obligación de contar con un sistema de seguridad llamado Control Contra Falla de Flama (C.C.F.F.), con este confirmamos que ya no existe peligro alguno, que estamos completamente seguros entonces ahora nos preocupamos por otros parámetros como temperaturas, presiones y todos los datos de interés para llevar el proceso por el camino correcto. Aquí es donde entra los controles y limitadores



## INTRODUCCION

de temperatura, los sensores de presión y todo el equipo periférico que acompaña cualquier sistema de combustión.

Cuando los equipos son mas dedicados se hacen mas especializados y se requieren de mejores resultados de calidad ahorro de materia prima, horas hombre, disminución de mermas y paros técnicos entonces la solución es un PLC (controlador Lógico Programable) los cuales son la respuesta mas utilizada por la facilidad, la confiabilidad y todas las ventajas que ofrecen.

Cualquier proceso que involucre señales eléctricas tiene la posibilidad de ser controlado desde una P.C. con el sistema basado en PLC cualquier señal analógica o cualquier señal digital que se encuentre en un proceso puede ser controlada y manipulada. Para el control de sistemas de combustión y dentro de todas las variedades que existen de sistemas nos encaminamos hacia el quemador modelo TJ100, el que usaremos en este trabajo.

El sistema PLC se utiliza en muchos procesos eléctricos para controlar máquinas independientes o para manejar procesos completos que necesiten de una gran exactitud y en la fabricación en línea se hace una herramienta muy útil por los ciclos repetitivos. Los procesos exigen mas precisión y sistemas de calidad que garanticen el cumplimiento mínimo de normas establecidas.

Este trabajo de tesis se enfoca a un sistema de combustión dedicado al calentamiento de aire, el cual se puede utilizar en muchos procesos que requieren calor. Como por ejemplo los sistemas de calefacción en naves industriales,

Unidades preparadoras de aire, Hornos de Lecho Fluidizado, Incineradores de gases peligrosos, Cabinas de Lavado, Cabinas de pintura, Hornos de curado, etc.

A continuación se ofrece una explicación muy breve de lo que se puede encontrar en cada capítulo de este trabajo.

### **Capítulo 1.**

En este se exponen conceptos básicos de combustión con su descripción general, el funcionamiento elemental desde la entrada de gas a un sistema de combustión, incluyendo todo el camino que tiene que recorrer a través del tren de válvulas para llegar al lugar donde se produce la flama. Los equipos que se necesitan para que un sistema sea completamente seguro además de las condiciones ideales para que se produzca una flama.

### **Capítulo 2.**

Se menciona el tipo de tablero de control que se utiliza tradicionalmente sin incluir un PLC y como se transforma en el nuevo tablero de control con PLC, el material y equipo necesario, la descripción de cada uno de sus componentes, el cableado de las señales analógicas y digitales, las pruebas hechas al cableado y como interpretar cada uno de los símbolos incluidos en los diagramas eléctricos.

### **Capítulo 3.**

Se presenta las características básicas de un PLC micrologix 1500 con sus tarjetas de entradas y salidas los tipos de señales que maneja la comunicación posible con una P.C. requerimientos de software su preparación e instalación con

una explicación elemental de programación con las instrucciones que usaremos en el programa de control del quemador TJ-100.

#### **Capítulo 4.**

Se expone el programa final para el PLC y el panel visual, pruebas de funcionamiento para el control contra falla de flama, pruebas para la botonería y señalización, las señales analógicas, las señales digitales y el arranque del equipo. El arranque y puesta en marcha es la parte final de un proyecto donde se muestra el funcionamiento de todo el trabajo realizado anteriormente.

## **OBJETIVOS**

**Objetivo principal.-** Introducir a los alumnos de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón a los conceptos básicos de un sistema de control con PLC, para su diseño elemental aplicado a un sistema de combustión.

Mientras que los objetivos particulares son:

- ⇒ Establecer una descripción básica de un sistema de combustión.
- ⇒ Describir la estructura de la automatización del sistema de combustión.
- ⇒ Programación del sistema en una forma sencilla para los alumnos.
- ⇒ Introducir a los alumnos a los sistemas de control automáticos con PLC para que puedan emplearlos en cualquier aplicación en un futuro.

## **CAPÍTULO 1 CONCEPTOS BASICOS**

Desde hace mucho tiempo el fuego ha llamado la atención del hombre y por lo tanto siempre ha sido tema de estudio, se le considero como uno de los cuatro elementos que conformaba el universo en conjunto con el agua, la tierra, y el aire.

Aristóteles estaba de acuerdo con esta teoría desde ahí se comenzaron a hacer muchos estudios sobre los fenómenos que intervienen en la combustión tenemos entre muchos otros a: Harris en "Léxico y Técnica" publicado en 1704 que explica el calor, para producir efectos deben reunirse tres condiciones la primera es que la agitación de los fluidos debe ser intensa, la segunda que las determinaciones sean muy diversas y la tercera que las partículas agitadas sean tan diminutas que lleguen a ser singularmente invisibles. Newton en su libro "El fuego no es nada y el vapor es más valioso". Después llegaron muchos científicos como Lavoisier, Fourcroy. Pero las teorías que aun nos rigen son las que más tarde darían a conocer Joule, Kelvin, Carnot, Celsius, Rankine y otros.

### **1.1 ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA COMBUSTION.**

El fuego ha representado desde los tiempos más remotos, la fuente principal de energía para la humanidad y en la actualidad este fenómeno físico-químico es conocido como COMBUSTION en que el fuego y la llama son manifestaciones

visibles se pueden considerar como las estructuras que sostienen a un edificio con las técnicas modernas, aunque la energía nuclear promete mucho para un futuro la mayoría de los expertos coinciden que todavía pasaran algunas décadas para sustituir a la combustión como el principal proveedor de calor y trabajo.

Es muy extraño que un proceso aplicado durante tanto tiempo en tan gran escala y en diferentes modalidades sea aun desconocido en algunas de sus facetas más significativas por lo que se hace un poco complejo el estudio de dichos fenómenos. Aun la flama más simple y pequeña es el resultado de muchas reacciones químicas casi simultaneas cuyo estudio requieren de una serie de resolución de problemas de aerodinámica, de conducción de calor y difusión molecular, todo esto ha traído un largo estudio y hasta la creación de modelos matemáticos los cuales se dedican a medir diferentes parámetros que se encuentran en juego en la combustión y son lo suficientemente representativos como para determinar la estructura de una flama pre-mezclada del tipo laminar convencional bidimensional, hasta los complejos sistemas de flamas de gran turbulencia utilizados en los hornos industriales.

Por combustión puede entenderse en sentido muy amplio como una reacción química relativamente rápida de carácter notablemente exotérmico que se desarrolle en una fase gaseosa o en fase heterogénea (gas-liquido, gas-solido) sin exigir necesariamente la presencia del oxígeno con o sin manifestaciones del tipo de flama o de radiaciones visibles, a su vez la flama puede definirse como

## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

reacciones de combustión que se propagan a través del espacio a una velocidad inferior a la del sonido acompañadas de radiaciones visibles.

Si la mezcla que esta destinada a la combustión fluye dentro de un tubo hacia un extremo libre del mismo, en condiciones definidas de flujo la llama puede quedar aparentemente inmóvil en el extremo libre, si la velocidad del gas aumenta más allá de un cierto límite, la flama languidece, apagándose por completo; por el contrario, si la velocidad del flujo de la mezcla disminuye sensiblemente, puede producirse el llamado "retorno de llama" dentro del tubo. Estas observaciones implican la definición de una velocidad peculiar de la flama, que es función de la naturaleza del combustible gaseoso, de las condiciones en que produce la combustión. Esta velocidad depende de la conducción de calor y de la difusión de partículas activas, originadas en la combustión en sentido opuesto al del flujo del gas; pero no es muy elevada, dado que la conducción térmica gaseosa que condiciona los resultados sigue un proceso muy lento y puede variar entre unos pocos cm/seg. (propano-aire) hasta algunos metros/seg. (mezcla estequiometrica hidrógeno-oxígeno). Una mezcla estequiometrica aire-vapor de queroseno tiene por ejemplo, una velocidad de llama de 40cm/seg.

Para que se produzca una flama es necesaria tanto la presencia del combustible y el comburente como la de un iniciador; este puede ser una chispa o una fuente de calor, como un hilo incandescente o una llama piloto. Una mezcla inflamable puede encenderse por si misma si se conduce a una temperatura a la

cual la reacción entre el combustible y el comburente alcanza una velocidad lo suficientemente elevada. La ignición visible esta precedida por un intervalo de temperaturas en el que se verifican reacciones preliminares de oxidación a velocidad más lenta. La temperatura límite, más allá de la cual se produce siempre la ignición se denomina autoencendido. Para valores en torno a esta temperatura se verifica un cierto retardo en la ignición, llamado periodo de inducción, que tiende a ser menos duradero a medida que crece la temperatura. Esta a su vez depende de la naturaleza de las paredes del recipiente, la presión y de la presencia de catalizadores o inhibidores de la combustión. Observando el comportamiento de la mezcla aire-metano al crecer la temperatura, puede apreciarse, en determinadas ocasiones, la formación de las denominadas "llamas frías", fenómenos luminosos que se distinguen de las llamas normales por su baja temperatura.

## **1.2 CONDICIONES PARA QUE SE PRODUZCA FLAMA**

Límite de inflamabilidad.

Partiendo de las mezclas estequiométricas de combustible-comburente, y procediendo en la escala de las concentraciones tanto hacia mezclas más ricas como hacia las más pobres en combustible, se llega en ambos casos a las mezclas límite, en las cuales el calor producido por el volumen de la mezcla en

## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

combustión resulta insuficiente para propagar la flama, en el ambiente circundante, por difusión molecular y térmica; ambos límites marcan el superior e inferior de inflamabilidad. Vienen dados por el porcentaje de concentración del combustible en la mezcla combustible-comburente. En general los límites corresponden a mezclas que dan lugar a bajas temperatura de combustión en las cuales no puede propagarse la flama (en otras palabras tiene una pérdida de energía, por lo que la mezcla circundante no puede alcanzar la temperatura de ignición). Los valores de ambos límites cambian mediante variaciones de la presión y la temperatura.

### Límites de temperatura.

Estos están definidos por las temperaturas máximas y mínimas a que pueden encontrarse los gases que intervienen en la combustión, respectivamente en el instante inicial del encendido y en el instante final, como productos quemados (campo de temperatura de la flama).

### Límites de presión.

Los límites de presión definen el intervalo de presiones dentro del cual puede existir una flama; se ha hecho experiencias demostrativas al respecto y se ha constatado que, por lo que se refiere al límite inferior, que esta por debajo de



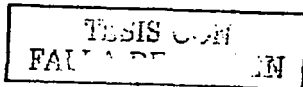
las 0.001 Atmósferas, todas las flamas tienden a extinguirse. El límite superior es muy difícil de determinar, debido a la peligrosidad de la mezcla hasta el momento se han conseguido combustiones a presiones de hasta 100 Atmósferas.

### Efecto pared (Quenching).

Puede advertirse este fenómeno observando una flama que sale de un tubo; debido a las pérdidas de calor localizadas en la zona de contacto de los bordes y de los efectos de difusión en la pared de los elementos activos a través de los cuales se desarrolla la combustión, en torno a los bordes se centra una parte de la reacción, por lo cual la flama queda claramente destacada del quemador.

## 1.3 TEMPERATURA DE LA FLAMA

En la combustión de un determinado material pueden conseguirse llamas de temperaturas diversas, según las condiciones experimentales utilizadas; ejercen una influencia determinante en ello el poder calorífico del combustible y su composición el tipo de comburente (aire oxígeno o mezcla de ambos) y la velocidad global de la combustión. Este último dato depende de la reactividad del combustible, de la forma y eficacia del sistema de combustión y de la temperatura inicial de los reactivos. El cálculo teórico de la temperatura de una flama (temperatura ideal) se basa normalmente en el supuesto de que la reacción se produzca de un modo completo, en proporciones estequiométricas, con la mezcla



## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

perfectamente homogénea y en un tiempo muy breve (de modo que no se produzcan pérdidas de calor en el ambiente). Las temperaturas que se obtienen mediante este cálculo son siempre más altas que las reales, por cuanto muchas de las hipótesis son irrealizables.

Este parámetro después de los 2000°C afecta de gran manera y por consiguiente una combustión perfectamente estequiométrica es de muy difícil realización en la práctica, generalmente se utilizan grandes excesos de aire por lo cual la flama sufre una reducción en su temperatura. El cálculo de la temperatura según este método debe de tener en cuenta por lo menos dos factores limitadores: la disolución de los productos de combustión y los excesos de aire necesarios para completar la reacción y estas se determinan mediante métodos de aproximaciones sucesivas o gráficas especialmente preparadas.

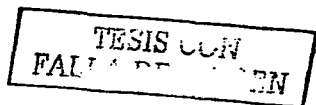
### TIPOS DE LLAMA.

Los principales parámetros que concurren en la definición de una flama son:

1. Modalidad de la mezcla del combustible con el comburente.
2. Velocidad del flujo gaseoso.
3. Posición de la flama con respecto a la boca del quemador.
4. Tipo de material en combustión.

Desde el punto de vista de la mezcla, las llamas se distinguen en:

1. Llamas de difusión.
2. Llamas premezcladas.



Una flama puede considerarse de difusión cuando la mezcla de combustible con el comburente se realiza en el instante de la combustión mediante un proceso tipo difusor, mientras que se dice premezclada cuando la mezcla de los fluidos se realiza previamente y la combustión tiene lugar en un medio constituido por una mezcla combustible-comburente en íntimo contacto.

La segunda distinción se refiere a la velocidad de flujo de los reactivos; en función de este parámetro las llamas se clasifican en:

1. Flamas laminares.
2. Flamas turbulentas.

Una llama puede considerarse del tipo laminar cuando los fenómenos de mezcla y de transporte ocurren a través de procesos con los estratos del fluido en movimiento paralelo y distribución parabólica de la velocidad (pasando de un valor cero a la periferia de un valor máximo en el centro del flujo); y del tipo turbulento cuando en el flujo del gas aparecen vértices de tipo macroscópico.

## 1.4 TIPOS DE QUEMADORES

En la industria se utilizan diferentes tipos de quemadores los cuales se determinan y se nombran por su aplicación específica y podemos enumerar los siguientes:

- HORNOS.- Estos sistemas cuentan con un sistema de combustión completo con tren de válvulas y un sistema de flama que calienta una cámara (cámara

## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

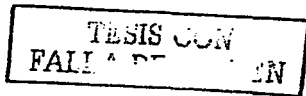
de Combustión) la cual proporciona el aire necesario para el proceso donde se utilice el horno, por ejemplo un horno de lecho fluidizado.

Horno de Lecho Fluidizado. Este tipo de horno funciona dando temperatura al aire proporcionado por un ventilador de gran potencia, este es utilizado en un tubo que contiene el producto en proceso con la presión de aire el producto "vuela" dentro del mismo tubo para que mediante calor y aire pierda humedad toda la necesaria para quedar totalmente seco, este tipo de hornos se utilizan para deshidratar alimentos.

- QUEMADORES.- los quemadores son sistemas de combustión que se ocupan en muchas aplicaciones ya sea calentando aire calentando agua o cualquier material que se ocupe en un proceso industrial o simplemente quemando algún material.

Quemadores Sumergibles.- Un quemador sumergible basa su funcionamiento en empujar la flama que se produce por un sistema de combustión por un tubo el cual es calentado a muy altas temperaturas para que al estar sumergido en algún líquido de proceso se transmite calor al líquido dando una temperatura requerida para proceso.

- CALDERAS.- Las calderas son sistemas de vapor a presión los cuales utilizan un sistema de combustión como evaporador de agua la cual se almacena en un tanque y se le va acumulando presión de vapor para que sea utilizada en procesos donde se necesite vapor en temperatura y presión estos sistemas



## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

de combustión tienen como peculiaridad el tanque que utilizan para su funcionamiento por las grandes dimensiones.

Existen muchos más sistemas de combustión solo se mencionan algunos ejemplos:

Unidades preparadoras de Aire (upa). - Las cuales se utilizan para preparar atmósfera específica en un cuarto en donde la temperatura y la humedad deben estar en un valor específico, su funcionamiento se basa en la toma de aire fresco de la atmósfera el cual se hace pasar por una serie de filtros para liberar de impurezas, después por un sistema de cascada de agua artificial para obtener humedad y por último por un sistema de combustión el cual calienta el aire limpio y húmedo a temperatura que el proceso requiera y el aire puede ser utilizado.

Incineradores.- Sistemas de combustión dedicados a quemar desechos especiales, en las industrias se producen desechos gases los cuales no pueden ser enviados a la atmósfera por lo que tienen que ser quemados, los hospitales desechan muchos equipos y materiales los cuales pueden ser peligrosos para la salud si se tiran directamente a los basureros los cuales deben ser tratados antes de tirarse y se puede utilizar un quemador incinerador, en los Crematorios se utilizan sistemas de combustión incineradores para los cuerpos.

Las industrias que cuentan con quemadores son por ejemplo las siguientes:

## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

**AUTOMOTRIZ.-** La industria automotriz utiliza los sistemas térmicos para sus procesos de pintura en donde los equipos de fosfatizado, pintura y los procesos que necesitan tratamientos a temperaturas especiales.

**ALIMENTICIA.-** Sistemas que ocupan temperatura en el preparado de los alimentos en sistemas de calentamiento para deshidratado de los mismos y calentamiento de alimentos para su consumo.

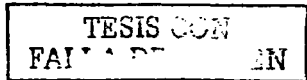
**INDUSTRIA METALURGICA.-** En donde se manejan metales y el calentamiento de los mismos para su manejo, las altas temperaturas requieren un control estricto y muy cuidadoso para el control y prevención de accidentes además de la seguridad de toda la planta.

**MANUFACTURERA.-** La industria manufacturera abarca todas aquellas que realizan materiales que se hacen para terminar un producto final como por ejemplo defensas de un auto, los asientos, los vidrios y cualquier accesorio de cualquier equipo terminado que sale al mercado se forma de un grupo de materiales los cuales se producen en diferentes industrias que depende directamente de sistemas de combustión.

### **1.5 PARTES BASICAS DE UN SISTEMA DE COMBUSTION**

#### **TREN DE VÁLVULAS.**

Un tren de Válvulas se define como todos los equipos que se encuentran entre la toma de combustible de un quemador y su boquilla de salida de flama.



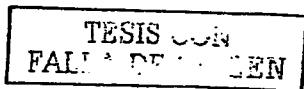
Entiéndase en este caso como quemador cualquier sistema de combustión ya sea Caldera, Horno, para explicación de tren de válvulas se puede representar así.

Los sistemas de combustión ya sean calderas, quemadores u hornos basan su funcionamiento en el mismo principio por lo cual su funcionamiento primario siempre resulta ser el mismo aun cuando las aplicaciones sean muy diferentes todo el equipo obedece las mismas leyes y reglas de la física y la química.

Cuando se trabaja con combustible líquido el tren de válvulas que se utiliza es más sencillo; en este trabajo nos enfocaremos al tren de válvulas que trabaja con gas LP o natural, el cual esta formado por las partes siguientes:

- > Regulador de Presión de Gas
- > Válvula principal de gas
- > Válvula proporcional
- > Actuador (modutrol)
- > Transformador de Ignición.
- > Bujía de Ignición.
- > Focelda detectora de flama.
- > Manómetros
- > Válvulas de Paso

Las partes de un tren de válvulas a detalle se ven en el tema 1.6 de este capítulo.



## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

Para que un sistema de combustión este completo debe tener todos estos elementos, es importante mencionar que si colocamos un tubo con una acometida de combustible y lo encendemos con una antorcha puede servirnos de la misma manera como cualquier sistema pero sin ningún tipo de seguridad y el punto más grave sin control.

### SISTEMA ELECTRICO.

Los sistemas de combustión al igual que cualquier maquinaria de la industria en general se necesita tener un control mediante botones, lámparas, etc. Y en casos especializados algún tipo de procesador para computadora con programación. El tren de válvulas se encuentra controlado eléctricamente con los interruptores de baja o alta presión de aire o gas son señales eléctricas que se envían a un centro de mando las válvulas automáticas son actuadas eléctricamente, el sistema de control contra falla de flama utiliza sistemas eléctricos ya sea relevadores de control y sistemas más avanzados como PLC's (Control Lógico Programable) para este tema trataremos los sistemas tradicionales de control.

Los conceptos más básicos de un sistema eléctrico son:

Contacto Abierto.- Un interruptor el cual se mantiene sin dejar pasar corriente a través de él, hasta que un voltaje externo lo interviene para cambiar su



## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

estado y lo cierra dejando pasar corriente a través de él, hasta que el voltaje externo desaparece.

Contacto Cerrado.- Interruptor el cual se mantiene permitiendo el paso de corriente a través de él hasta que un voltaje externo lo interviene para cambiar su estado

Relevadores de control.- Son equipos de tamaño pequeño los cuales cuentan con contactos normalmente abiertos y/o cerrados los cuales contiene una bobina aislada que al momento de ser accionada con un voltaje externo provoca un campo magnético el que hace un movimiento que cambia los contactos de estado.

## EL CAÑÓN.

El sistema de combustión después de procesar el combustible llega a un extremo en donde se mezcla el aire que es proveedor de oxígeno al sistema; al unirse hacen que la flama se haga presente claro que después que el iniciador da la chispa necesaria para que la reacción se presente, todo este proceso se lleva a cabo dentro un "cañón" que es la "boca" del sistema de combustión en donde se hace visible la flama y como en ese pequeño espacio es donde se genera y todo el calor que se utiliza en proceso entonces el material de dichos cañones debe ser calculado al igual que su forma física. En realidad los cañones más comunes son:

Acero al Carbón o Acero Inoxidable.- Este tipo de cañones para temperaturas normales es decir de procesos que no rebasan los 500 °C de temperatura.

Hastelloy.- Material que se construye especialmente para cañones que están sometidos a temperaturas entre los 500°C y 1000°C aproximadamente.

Cerámica.- Los Cañones de cerámica se requieren en procesos los cuales se encuentran a Temperaturas arriba de los 1000°C este nivel de temperaturas se utilizan por ejemplo en las Industrias del vidrio.

## LA CAMARA DE COMBUSTION

Un sistema de combustión tiene como principal función calentar una área de aire determinada, saliendo del cañón de un quemador se puede visualizar a la "cámara de combustión" esta etapa de calentamiento recibe la temperatura máxima del proceso; es decir, el aire que se utilizara dentro del proceso se encuentra dentro de esta cámara, este espacio sirve para controlar el límite alto de temperatura todo el proceso no tendrá una temperatura más alta, entonces es el lugar adecuado para colocar los sensores para dicho control se utilizan Termopares o RTD (Resistencia Dependiente de la Temperatura) la elección de este tipo de sensor depende de la velocidad de respuesta y la temperatura que se maneje en el proceso, el funcionamiento correcto de esta etapa, depende de los cálculos que se realicen en cuanto a su tamaño, el quemador que lo alimenta además del sistema de alimentación de aire que veremos enseguida.

## EL SISTEMA DE INYECCION Y EXTRACCION.

El sistema de inyección se encarga de sacar el aire caliente producido en la cámara de combustión e inyectarlo al proceso es decir donde se encuentra nuestro producto final. La función principal de este equipo es mediante un ventilador extraer el aire de la cámara de combustión y llevarlo directamente mediante una inyección a presión hacia la cámara de proceso. El tamaño y número de ventiladores puede variar de acuerdo a la capacidad de los quemadores que alimentan.

La extracción del sistema se encuentra conectada a la cámara del proceso y esta se encuentra debidamente calculada para no permitir la presurización del sistema retirando dentro de la cámara de proceso el aire sobrante; es decir, el aire más frío permitiendo la entrada de más aire caliente sin desbalancear la cámara de proceso.

El balanceo de la cámara de proceso se debe realizar de acuerdo a la aplicación, generalmente se busca que el flujo de aire se encuentre en uniformidad en todas las áreas por lo que el cuerpo de dicha cámara debe estar acondicionada con compuertas de paso de aire ajustables.

## QUEMADOR.

Un sistema de quemador como su nombre lo indica se utiliza para calentar un material (llámese material a agua, aire, madera, aluminio, fierro, etc.) el cual se

## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

utilizara a esa temperatura en el proceso en los ejemplos vistos anteriormente se tienen las Unidades preparadoras de aire las cuales se le da temperatura al aire para utilizarlo en un proceso específico, un crematorio utiliza un quemador el cual eleva la temperatura para evaporar todos los líquidos del cuerpo humano y después quemarlo por completo, los sistemas de inmersión son quemadores que se utilizan para calentar líquidos que a su vez son utilizados ya con temperatura en algún proceso.

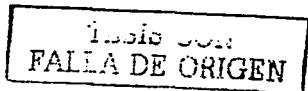
La forma de distinguir un sistema de combustión con un quemador es muy sencilla solo se tiene que hacer las siguientes preguntas:

- ¿ Se utiliza para calentar algún material? (fluido o sólido).
- ¿ La flama esta directamente relacionada con el proceso a realizar?
- ¿ La flama afecta directamente las características físicas y químicas del producto o material que se encuentra dentro?.

Si las repuestas a las preguntas anteriores fueron positivas entonces muy seguramente estamos hablando de un quemador, las únicas excepciones en donde no se le da el nombre de quemador son en las siguientes secciones donde se llama Hornos y Calderas, y en resumen si un sistema no es un horno o no es una caldera entonces se trata de un Quemador.

### CALDERA.

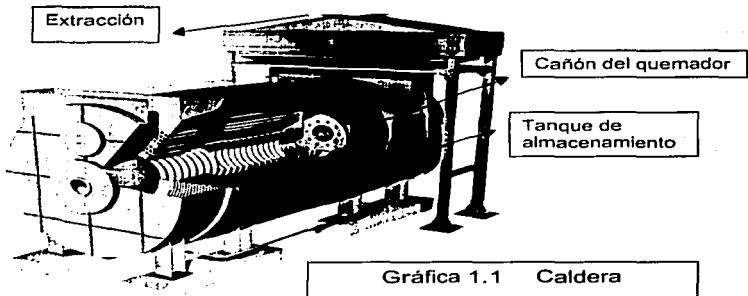
La caldera es un sistema de combustión muy utilizado en la actualidad por la industria a pesar de su antigüedad como proceso y tecnología a finales del siglo XVIII se invento la primera máquina de vapor que dio inicio a la revolución



## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

industrial en Inglaterra la cual contaba con un sistema que calienta agua a altas temperaturas para convertirla en vapor este vapor mediante la presión que ejerce con el recipiente que lo contiene se utiliza para hacer un movimiento de pistón; es decir, arriba y abajo, este mismo movimiento se le da un tratamiento mecánico para realizar un movimiento circular que fue el gran éxito de esta máquina de aquellos tiempos el principio del vapor a presión es el mismo que se utiliza en las calderas. Una caldera tiene los mismos elementos que cualquier sistema de combustión, trabaja bajo el mismo principio y es muy utilizado en la industria actual, mediante un tren de válvulas es alimentada una flama que crea temperatura para convertir el agua en vapor y así poder utilizar este en procesos que lo requieran.

A continuación se muestra la gráfica 1.1 de una Caldera especialmente esta diseñada para elevar la temperatura del agua y reciclar el mismo vapor que se

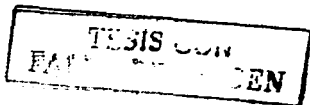


## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

enfria en el proceso de salir de la caldera. Las Calderas son sistemas de combustión de igual manera utilizan flama para elevar la temperatura de sus procesos, en este tipo de sistemas se deben extremar las precauciones con el manejo de presiones ya que esta son manejadas a muy altos valores.

### HORNO.

Los sistemas Termoidustriales tienen una gran importancia en la industria los hornos se pueden encontrar en muchas industrias automotriz, alimenticia, química, etc. El funcionamiento básico de un horno es teniendo un tren de válvulas para el control del Combustible y el Aire para proporcionar oxígeno a la flama se debe calentar un espacio predeterminado en donde la flama llega directamente, este espacio se le llama Cámara de Combustión, en esta parte del proceso se esta calentando el aire en el pequeño espacio, generalmente es la salida de la cámara de combustión se coloca un sensor de temperatura (Termopar) para detectar el alto nivel de temperatura, en la siguiente etapa un motor succiona ese aire caliente y lo inyecta en el proceso este proceso tiene otro sensor para detectar la temperatura de control del proceso inmediatamente después de ser utilizado en el proceso el aire caliente se recicla regresando parte de este a la cámara de combustión y la otra parte se extrae hacia la atmósfera, en las siguientes paginas se muestran las características de un horno con sus partes principales, las aplicaciones de un horno son múltiples para el secado y curado de pintura, para el deshidratado de alimentos para secar telas, etc.



## 1.6 EL TREN DE VALVULAS

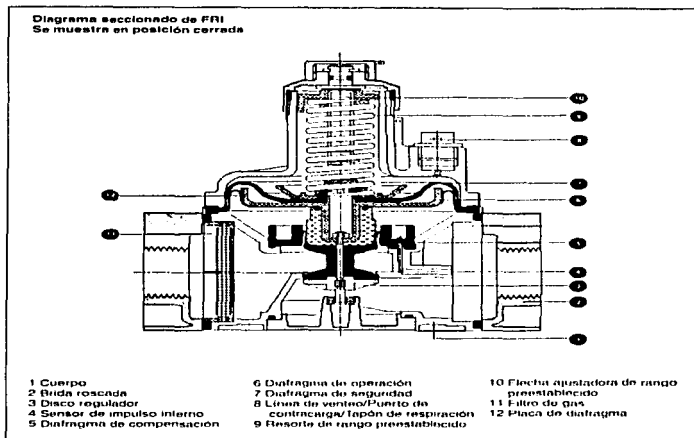
A continuación se explica las partes principales de un tren de válvulas los diseños especiales pueden cambiar de acuerdo a las aplicaciones pero el principio de funcionamiento es el mismo.

### Regulador de Gas.

El regulador es el que se encarga de mantener la presión del gas que se alimenta al sistema en un rango medio, no permite que esta exceda el valor permitido por los equipos que se encuentran después de esta etapa y también no permite que la presión baje a tal extremo que los equipos salgan de su rango de funcionamiento normal. Aun cuando la seguridad que nos ofrece un regulador es muy confiable se requieren más que veremos más adelante. Se muestra la gráfica 1.2 un regulador de presión donde se ve a detalle todas sus partes, la función principal de un regulador de presión se resume en proporcionar el gas necesario en un sistema de combustión dentro del rango de presión adecuada para el trabajo correcto de todos los equipos que intervienen en el tren de válvulas.

### Interruptor de Baja presión de Gas.

Los interruptores de flujo gas son equipos que son utilizados para detectar la presión mínima de gas que se encuentra programada en ellos; es decir, el equipo



Gráfica 1.2 Regulador de Gas

trabaja a una presión de 2Kg/cm<sup>2</sup> se le programa al interruptor de baja presión de gas una presión mínima de 2.5 Kg/cm<sup>2</sup> cuando la presión de gas se encuentre por debajo de este valor el interruptor cuenta con un diafragma el que se mueve y actúa un interruptor eléctrico este a su vez envía la señal a un control para mandar a falla por baja presión de gas.

El interruptor de baja presión de gas se conecta en el contacto normalmente abierto del sistema; es decir, cuando la presión esta dentro del rango permitido





## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

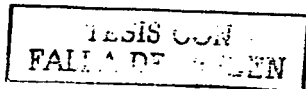
entonces el contacto permanece cerrado pero si la presión de gas es más baja de lo permitido el estado del contacto cambia a abierto para mandar la señal de alarma. Por que no detecta flujo de gas.

A continuación la gráfica 1.3 muestra un interruptor de baja presión de Gas la gráfica puede corresponder al interruptor de baja presión de gas y alta presión de gas solo varía en los valores de presión que manejan.

Los interruptores de presión funcionan mediante una diferencia de presiones entre la posición inferior o superior en donde se colocan unos diafragmas los cuales actúan contactos eléctricos normalmente cerrados o abiertos.

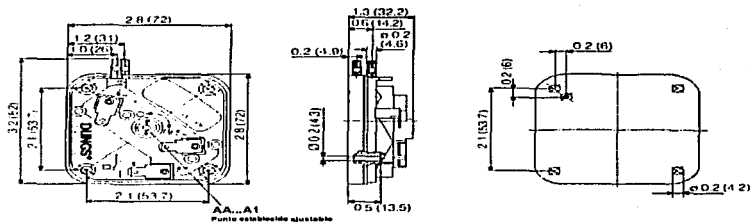
### Válvula de seguridad Manual.

Las válvulas de seguridad permiten que el sistema se comporte de una manera segura las señales de campo son permisos para que esta válvula permita el paso del gas aun cuando todas las señales se encuentran presentes la válvula tiene que ser abierta manualmente si en el funcionamiento normal se pierde señal de permiso para esta válvula se cierra automáticamente, el abrir de esta válvula es lento para permitir el paso del gas poco a poco y el cerrado es muy rápido para evitar cualquier explosión por acumulación de gas en el sistema de combustión.



## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

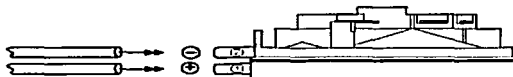
Dimensiones, pulgadas (mm)



Conexión de presión

Conexión p1 (+) = mayor presión

Conexión p2 (-) = menor presión



Gráfica 1.3 Interruptor de baja presión de gas

Las señales que permiten abrir esta válvula pueden ser todas aquellas que intervienen en el proceso y cualquier señal que se requiera siempre y cuando se encuentre en serie con la alimentación de la válvula manual de seguridad, si se actúa la válvula manualmente sin que se encuentren presentes las condiciones correctas eléctricamente entonces la válvula no realiza ningún movimiento. Esta válvula tiene que cumplir con ciertas normas de seguridad, las cuales en términos generales hablan de condiciones a prueba de polvo, aceite, agua, etc. además en

## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

caso de destrucción del equipo se queda en modo seguro; es decir, sin dejar pasar combustible. La gráfica de la Válvula manual es exactamente igual al de la válvula automática.

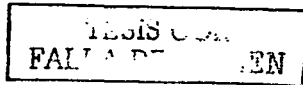
### Válvula de seguridad automática.

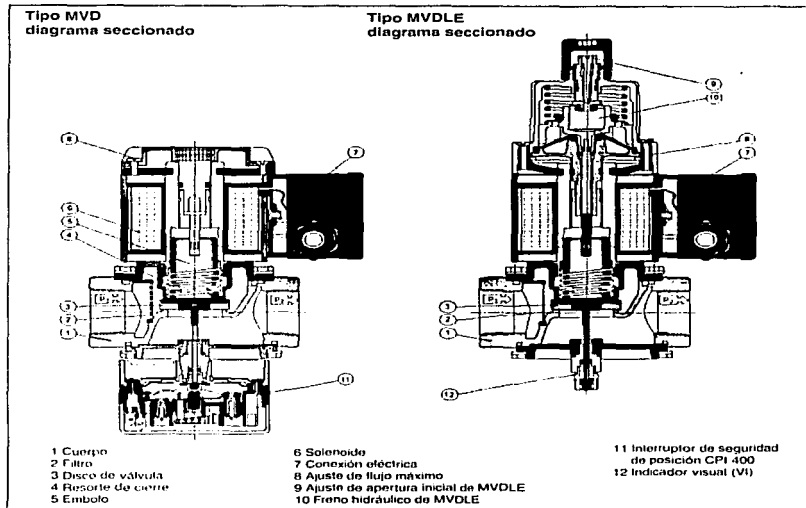
Las características de una válvula de seguridad automática son idénticas a la válvula de seguridad manual con la única diferencia que esta la válvula automática no requiere ser actuada manualmente esta válvula solo requiere que las señales de control y los permisos eléctricos se encuentren presentes para que abra y permita el paso del gas hacia el sistema, físicamente son iguales se diferencia por una llave para actuar la válvula manual en la válvula automática no existe. La válvula de seguridad automática se muestra en la gráfica 1.4

La válvula automática tiene un cierre hermético de accionamiento rápido y apertura lenta para evitar explosiones por acumulación de gas

### INTERRUPTOR DE ALTA PRESIÓN DE GAS.

El interruptor de alta presión de gas es idéntico al interruptor de baja presión de gas son dos diferencias principales que distinguen a este equipo primero es el rango de trabajo para este se encuentra por arriba de la operación de trabajo y la segunda diferencia es que la conexión eléctrica es diferente el primero se conecta en el contacto normalmente abierto y el de alta presión de gas se conecta en el contacto normalmente cerrado.





Gráfica 1.4 Válvula de seguridad Automática

conecta en el contacto normalmente cerrado y mecánicamente el interruptor de baja presión de aire se conecta en la salida del regulador de presión de gas y el de alta presión de gas se conecta después de las válvulas de seguridad.

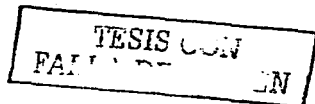
TESIS CON  
FALLA DE PROGBN

## VÁLVULA PROPORCIONAL.

Una Válvula proporcional guarda una correspondencia de los dos parámetros en un sistema de combustión como son el Gas y el Aire, se puede realizar haciendo un control independiente para cada parámetro; es decir, un Actuador para Gas y otro Actuador para aire pero eso nos implica un aumento en los equipos de control y además un aumento en la complejidad del sistema por esa razón la válvula proporcional se coloca en serie con la alimentación de gas del sistema de combustión el cual cuenta con una membrana activada por presión esta funciona cuando el aire llega al proceso se tendrá dentro del sistema de combustión directamente proporcional con el gas, con esta simple válvula tenemos controlado gas y aire dentro del mismo sistema sin necesitar equipo de control adicional y sin afectar el tren de válvulas del sistema de combustión.

## EL PILOTO.

El piloto es un tren de válvulas independiente al principal pero más pequeño el cual tiene su válvula automática más pequeña de menor capacidad, cuenta con su propia alimentación de gas y utiliza la misma alimentación de aire este sistema independiente esta hecho para dar un inicio a la flama del sistema de combustión, entre más pequeña sea la flama de inicio el riesgo es mucho menor, para cuando las válvulas automáticas principales se actúan el sistema ya cuenta con flama la que hace un encendido de la flama principal más suave y mucho menos riesgoso.



## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

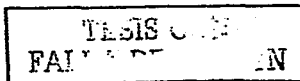
si se requiere apagar el sistema solo se cierran las válvulas principales y el sistema de piloto puede quedar encendido y se evita prender y apagar completamente el sistema si la flama es constante entonces el control se hace mucho más sencillo y mucho más seguro.

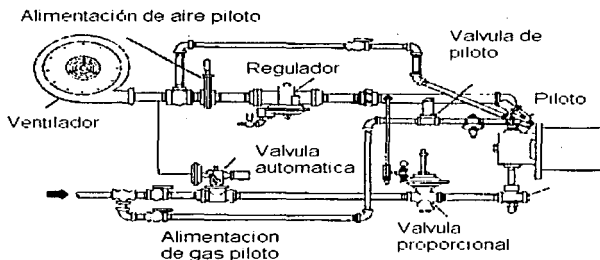
En la siguiente gráfica 1.5 se muestra un sistema de combustión que incluye piloto note que se muestra su regulador de gas, válvula solenoide automática y una válvula proporcional pequeña el sistema es idéntico a un tren de gas mayor pero en dimensiones menores.

La configuración que se presenta a continuación solo muestra un ejemplo de cómo puede ser el diseño de un tren de válvulas común pero puede existir de muchas diferentes formas.

### VENTILADOR.

Un sistema de combustión necesita como se explico anteriormente de un combustible, un iniciador y oxígeno, el oxígeno se toma del aire que se encuentra en el ambiente y la mejor manera de forzar que el oxígeno pase por el sistema es empujando el aire del ambiente hacia la cámara de combustión esto se logra con un ventilador de aire, los ventiladores de aire son la parte que provee una presión de aire la cual debe estar por arriba de un rango predeterminado por el interruptor



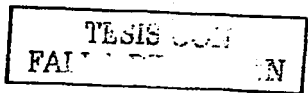


Gráfica 1.5 Tren de Válvulas con Piloto

de baja presión de aire y mediante la válvula proporcional se tiene todo el control de la temperatura que se inyecta al proceso solamente con el control del flujo de aire.

### INTERRUPTOR BAJA PRESIÓN DE AIRE.

El interruptor de baja presión de aire tiene el mismo principio de funcionamiento del interruptor de baja presión de gas, el diafragma esta calibrado para que se actúe el interruptor eléctrico al sobrepasar una determinada presión calculada por el oxígeno necesario para quemar cierta cantidad de combustible. si esta señal hace falta en algún momento del proceso entonces se pasan las válvulas de seguridad a posición cerrado hasta que el aire necesario restablezca a



## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

su presión y las fallas hallan sido restauradas. El aire como abastecedor de oxígeno es una de las partes más importantes en el proceso de combustión por lo tanto el aire nunca debe faltar en este, la forma de saber que el aire de combustión esta entrando al sistema es con el interruptor de flujo de aire este se encuentra actuado mientras exista aire en la línea pero deja de estarlo cuando la presión baja del limite preestablecido para trabajo y envía una señal eléctrica que nos indica que el aire no esta entrando en suficiente cantidad para que la combustión tenga lugar.

### EL ACTUADOR (MODUTROL).

El tren de válvulas lleva un control el cual actúa al momento en que se requiere aumentar o disminuir la temperatura. Si mis necesidades son de 150 °C entonces el sistema de combustión debe estar calculado por lo menos para elevar temperaturas de 195°C esto quiere decir que si encendemos el sistema de combustión y lo mantenemos al 100% de su capacidad la temperatura sobrepasa los requerimientos del proceso. Esta es la principal razón por la que se hace necesario un control el cual eléctricamente obstruya o permita el paso del combustible y/o el aire para que se produzca la flama que calienta el proceso. Esta Válvula automática se llama Actuador la que mediante un motor abre o cierra una válvula de paso dicho motor esta controlado con una señal analógica la cual utiliza 4 a 20 mA. O 0 a 10 V según sea el caso, el proceso requiere el 100% de los recursos el actuador recibe 20 mA o 10 V pero si se requiere bajar la temperatura el sistema recibe lo mínimo permitido con una señal de 4 mA o 0 V. Se debe



## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

tomar en cuenta que la señal mínima no cierra por completo el paso del combustible ya que solo envía un fuego bajo para hacer un control. Existen sistemas que no requieren precisión en sus temperaturas se utilizan actuadores con señal digital con una señal "1" abren la válvula y con una señal "0" cierran la válvula este tipo de actuador se llaman "ON- OFF". El actuador ON- OFF requiere de un control que envíe señal de voltaje para que el actuador abra al 100% y una señal de 0Volts cuando se requiera que el actuador abra al mínimo.

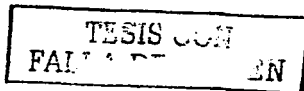
A continuación se muestra la gráfica 1.6, en la cual se ven las partes de un Actuador:

### 1.7 EL CONTROL TRADICIONAL DEL QUEMADOR TJ-100

Los sistemas de combustión se pueden controlar de diferentes formas pero solo hay algunas que son indicadas para cuidar la seguridad sin sacrificar calidad y eficiencia. Los primeros cuentan con un sistema de control eficiente pero de limitaciones muy marcadas que a continuación veremos.

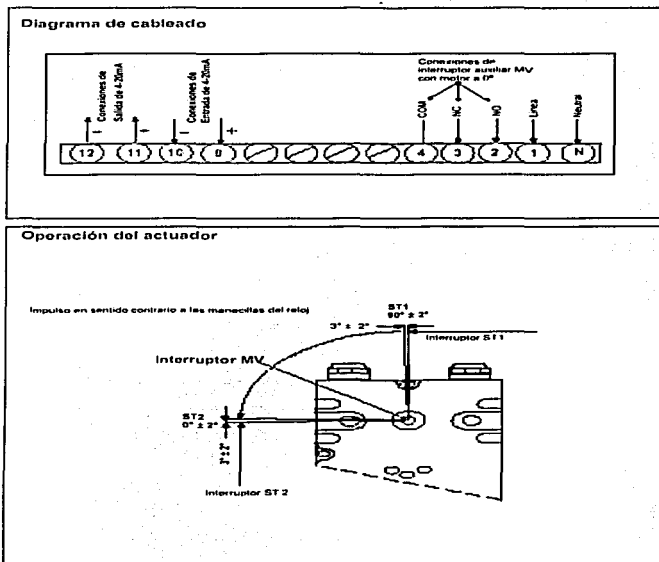
Los quemadores TJ (Thermo Jet) son de tipo mezcla en boquilla y están diseñados para un flujo de flama intenso y de usos para calentamiento de gases, se utilizan para procesos que requieren temperatura arriba de los 300 °C.

La alta velocidad de los gases y el mejoramiento de la temperatura uniforme en los productos con calidad y un sistema eficiente son las características de este equipo, existen dos tipos de quemador:



## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

- Alta velocidad ( HV).
- Velocidad Media ( MV).



Gráfica 1.6 Actuador (modutrol)

## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

La velocidad del gas puede para nivel alto estar en 500 ft/s y para un quemador de velocidad media se tiene 250 ft/s.

La selección de este tipo de quemador se debe hacer muy cuidadosamente teniendo en cuenta diferentes puntos como se indica a continuación.

### 1.- Selección del modelo de quemador.

- Tamaño del quemador y cantidad
- Velocidad de la flama.
- Tipo de flujo y presión.
- Tipo de combustible.

### 2.- Metrología de control.

### 3. Sistema de monitoreo de flama.

### 4. Sistema de combustión de aire ( Ventilador e Interruptor de presión).

### 5. Selección de la válvula principal del tren de válvulas.

El control de un quemador de este tipo esta basado en relevadores de control el sistema hace llegar señales a los relevadores los cuales a su vez hacen una serie de contactos que sirven como permisos de señales que deben estar presentes en el sistema contra falla de flama para que este funcione correctamente, los equipos de control no cuentan con ningún tipo de Monitoreo y las señales de alarma o permiso se encuentran solamente en lámparas piloto; es decir, cuando alguno de los elementos falla solo enciende un foco indicando la falla correspondiente, no existe ningún tipo de ayuda, para poder localizar una

## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

falla se tiene que consultar a los voltímetros, amperímetros y siguiendo líneas de voltaje para llegar al problema y tomar decisiones al resolver cualquier dificultad. También se tiene un control de Temperatura el cual envía señales para que la temperatura suba o baje según se requiera en el proceso, el sistema tradicional es eficiente hasta el grado donde no se le pidan resultados exactos en donde el monitoreo se hace indispensable para retroalimentar los resultados obtenidos aunque en comparación con un sistema basado en PLC se tienen muchas desventajas el sistema tradicional puede ser una opción económica en donde no se requieran resultados basados en estrictos controles de calidad, la emisión de contaminantes, el ahorro de combustible, y el mantenimiento rápido y a tiempo, en donde todos estos puntos queden en segundo termino.

### Desventajas:

Control de Calidad.- Un sistema que requiera calidad en sus productos finales no puede confiar sus resultados en la mirada fija de un obrero la temperatura se mantiene constante por el control de temperatura pero si es necesario tomar un decisión en cuanto al cambio de producto en la variación de combustible, en el cambio de temperatura en el ambiente o simplemente en un paro de producción que decisión debe tomar el sistema se tiene que confiar en el supervisor para tener un control de calidad confiable.

Emisión de Contaminantes.- La relación aire-combustible determina cuanto combustible se ha de quemar para convertirse en energía calorífica si el sistema

## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

se encuentra alguna dificultad que no se detecte en el sistema por ejemplo una compuerta atorada, una puerta no cerrada la relación de aire-combustible se ve afectada reflejándose en enviar más contaminantes a la atmósfera y más gasto de combustible afectando el ahorro de combustible todo este tipo de señales puede tenerlas también incluidas el tablero tradicional pero, crece en precio, tamaño y complejidad.

Mantenimiento.- Con sistema sin monitoreo constante, es difícil de tener un mantenimiento preventivo aceptable; es decir, si en una gráfica observamos que la temperatura tarda mucho más día con día en subir entonces se tiene un problema y en un control tradicional sería cuestión de meses para darse cuenta de este tipo de problemas y puede ser que para ese tiempo ya sea demasiado tarde para actuar.

### Ventajas:

La implementación del sistema tradicional lo puede realizar cualquier persona eléctrica que se encuentre relacionado con los sistemas de combustión y que pueda realizar instalaciones de trenes de válvulas y sistemas eléctricos, un sistema automático con PLC se debe contar con personal especializado para la programación de equipos además de tener conocimientos eléctricos y de armado de trenes de válvulas.

Costo.- En un principio el desembolso de un sistema automatizado puede ser alto y el sistema tradicional comparándolos puede resultar bajo pero en

realidad esta apreciación es engañosa por que los sistemas automáticos con el pasar del tiempo, ahorran en gasto de combustible, mantenimiento y calidad, todos estos tiempos y recursos ahorrados se suman para pagar la diferencia que se presenta en la inversión inicial.

### EL CONTROL CONTRA FALLA DE FLAMA.

El sistema de combustión es una fuente de riesgos los cuales se concentran en la alimentación de gas por el peligro que se corre al manejar un combustible tan flamable en forma automática una fuga de gas puede llagar ha ser de consecuencias fatales para cualquier industrial. Los sistemas de combustión se encuentran protegidos contra cualquiera de estas circunstancias con un sistema de Control Contra Falla de Flama, este tipo de controles nos permite después de que se coloca en el sistema una secuencia de arranque la cual se asegura que el proceso tiene aire y que el aire ya estuvo presente durante un determinado tiempo dentro del mismo para realizar una purga de cualquier tipo de gas que se encuentre alojado en la cámara de combustión, después de verificar que exista aire, envía una señal de chispa al sistema y al mismo tiempo abre una pequeña válvula automática que se coloca en la línea de alimentación del piloto, si ya existe aire, gas y algún iniciador en este caso la chispa. El sistema de combustión esta completo y se debe presentar flama la cual es "vista" por la fotocelda esta a su vez envía una señal al C.C.F.F. el cual al recibirla manda la apertura del sistema principal de alimentación de gas entrando en funciones el actuador, la válvula proporcional y las válvulas automáticas.

Si por el contrario la flama no se hace presente durante los diez segundos que tarda la chispa y el gas de estar entrando al sistema se cierran todas las válvulas de gas que se encuentren abiertas y el sistema contra falla de flama envía una señal de alarma indicando que algo esta funcionando fuera de lo normal.

## EL CONTROL DE TEMPERATURA.

Es un instrumento basado en un sencillo microprocesador para mostrar y controlar temperatura, presión, flujo y nivel como entradas y como salidas puede tener una sintonía predeterminada o automática. Se puede tener control de alarmas programadas desde su teclado este tipo de equipo se construye con tecnología llamada "100 años de vida".

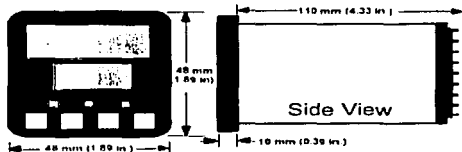
Las entradas pueden ser configurables para Termopar, RTD, mVDC, VCD o mADC y estos equipos se alimentan con un rango de voltaje 90-264 VAC, 50/60 Hz o también si se prefiere se puede alimentar en 24 AC/CD.

En la pantalla que aparece en la figura se puede mostrar los valores de temperatura el set point y además los valores que se determinan para su programación como rampas de apertura, límites alta y bajo, etc. Las salidas de alarma pueden ser dos configurables para limite alto y limite bajo.

## CAPÍTULO I CONCEPTOS BASICOS

El control puede ser programado para on/off. También existe el control PID (Proporcional Integrativo derivativo) el cual es un control especializado.

A continuación se muestra la carátula de un control de temperatura en la gráfica 1.7



Gráfica 1.7 Control de Temperatura

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## CAPÍTULO 2

### EL TABLERO DE CONTROL Y MONITOREO DEL QUEMADOR TJ-100

En este capítulo estudiaremos las características del tablero de control para un sistema de combustión. Primero el tablero tradicional existente en el sistema de combustión y después se cambia por el tablero de control automatizado.

#### 2.1 ¿CÓMO ES EL TABLERO EXISTENTE?

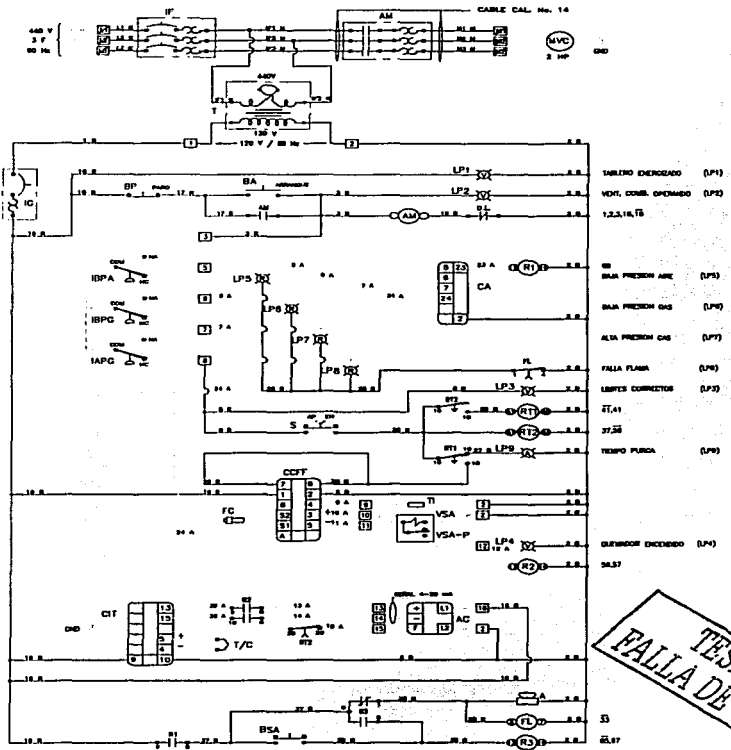
A continuación se muestran las características más importantes del tablero antiguo para tener un parámetro de comparación, de acuerdo al equipo existente y al nuevo que se quiere aplicar.

#### LISTA DE MATERIALES DEL TABLERO.

En la Tabla 2.1 se describe cada uno de los equipos que se incluyen en un tablero de control además se está incluyendo equipo en campo; es decir, el que existe fuera del tablero eléctrico pero que pertenece al mismo sistema.

Clave Diagrama	Descripción	Cant.	Marca	Modelo
A	ALARMA SONORA	1	ESA	A-1
AC1	ACTUADOR PROPORCIONAL 4 A 20 mA.	1	HONEYWELL	
AM	CONTACTOR MAGNETICO TRIPOLAR	2	DANFOSS	037H0015
				Continúa

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

GRAFICA 2.1 DIAGRAMA TABLERO EXISTENTE

CAPÍTULO 2 EL TABLERO DE CONTROL Y MONITOREO DEL QUEMADOR TJ-100

	RELEVADOR DE SOBRECARGA	2	DANFOSS	047H0207
BPE	BOTON PULSADOR ROJO	1	ALLEN BRADLEY	800T-B6D2
BSA	BOTON HONGO ROJO	1	ALLEN BRADLEY	800T-D6D1
CA	CIRCUITO DE ALARMA	1	ESA	CA-6
D	DISPLAY	1	FIREYE	ED-510
DM	DISPLAY MEDIDOR DE GAS	1	ROOTSMETE R	175-CEX
E	EXTRACTOR DE AIRE	1	CROUZET	V-113
FM	MONITOREO DE FLAMA	1	FIREYE	E-110
CIT	CONTROL INDICADOR DE TEMPERATURA	1	PARTLOW	14203100
FL	RELEVADOR INTERMITENTE	1	TELEMECANI QUE	RT12ABS4 A2
IG	TERMOMAGNETICO 1X15	1	G.E.	THQL-1115
IF	TERMOMAGNETICO 3x40	1	SIEMENS	ED63B030
IP	INTERRUPTOR DE PUERTA	1	HONEYWELL	V3L-121- D8
IAPG	INTERRUPTOR ALTA PRESION DE GAS	1	ECLIPSE	GAO-A4-4- 6
IBPG	INTERRUPTOR BAJA PRESION DE GAS	1	ECLIPSE	GAO-A4-4- 3
IEC	INTERRUPTOR EXTRACTOR CAMPANA	1		
IFA1.2	INTERRUPTOR DE FLUJO DE AIRE	2	ECLIPSE	AA-A2-6-3
IPV	INTERRUPTOR PRESION DE VAPOR	1		
LI	LÁMPARA INTERNA	1	OSRAM	
LP1.2	LÁMPARA PILOTO	8	ALLEN BRADLEY	800T-Q10
ME	MODULO DE EXPANSION	1	FIREYE	E300
MVC1.2	MOTOR VENTILADOR DE COMBUSTION	2	ECLIPSE	
R1...3	RELEVADOR AUXILIAR	3	ALLEN BRADLEY	700- HA32A1
S	INTERRUPTOR SELECTOR	1	ALLEN BRADLEY	800T-H2A
T	TORRETA	1	TRIP-LIFE	MVD-110

Continúa

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TV	TRANSFORMADOR DE VOLTAJE	1	SQUARE´D	9070-K1000D1
TI	TRANSFORMADOR DE IGNICION	4	WEBSTER	612-6.A-020
FC	FOTOCELDA	1	ECLIPSE	UVIA6
VAP	VENTILADOR AIRE DE PROCESO	1		
VSA	VALVULA DE SEGURIDAD AUTOMATICA	2	ECLIPSE	MVDLE 230/6
VS/P2	VALVULA SOLENOIDE PILOTO	1	ECLIPSE	20171
VSV	VALVULA SOLENOIDE VENTEO	1	DANFOSS	EVS1-40-NO

Tabla 2.1 Material y equipo para tablero

En la gráfica 2.2 se muestra el diagrama eléctrico del tablero existente controlando el sistema de combustión; se muestran diferentes nomenclaturas con los significados siguientes:

MVC.- Motor Ventilador de Combustión

IF.- Interruptor de Fuerza

BA.- Botón de Arranque

IG.- Interruptor General

LP#.- Lámpara Piloto #

R#.- Relevador de control

IBPA.- Interruptor de Baja Presión de Aire

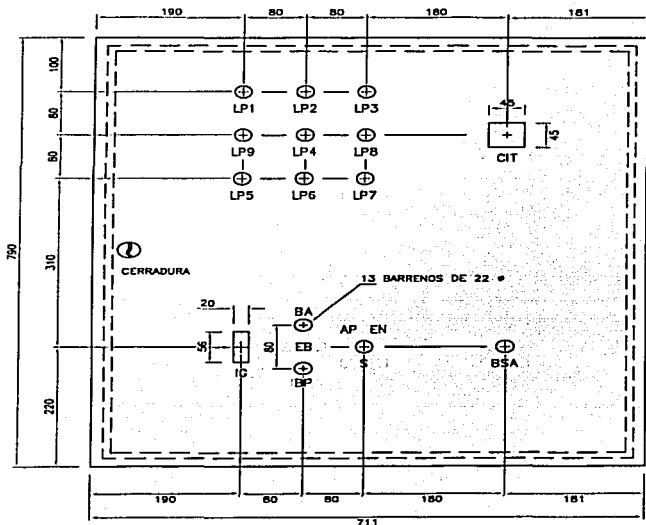
IBPG.- Interruptor de Baja Presión de Gas

IAPG.- Interruptor de Alta Presión de Gas

RT#.- Relevador de Tiempo

CCFF.- Control Contra Falla de Flama

TI.- Transformador de Ignición



GRAFICA 2.2 DISTRIBUCION  
PUERTA

TECNOLOGIA  
FALSA

40-A

VSA.- Válvula Solenoide Automática.

CIT.- Control Indicador de Temperatura

T/C.- Termocontrol

AC.- Actuador

A.- Alarma

FL.- Flasher.

La gráfica 2.3 muestra las dimensiones exteriores y la distribución de equipo del tablero de control existente en la puerta.

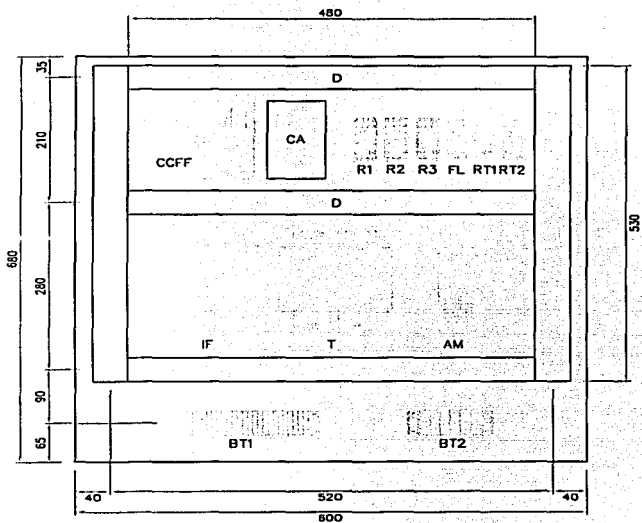
La gráfica 2.4 se puede ver las dimensiones y distribución de equipo dentro del tablero en la charola del mismo.

## 2.2 REQUERIMIENTOS PARA AUTOMATIZAR

La automatización se basa en el principio de la no-intervención de la mano del hombre en el proceso; es decir, que el proceso sea totalmente independiente que sé retroalimenta para corregir sus propios errores y mejorar la calidad de sus productos finales.

Entonces para hacer automático un sistema de combustión se requiere de un PLC que lleve un control de fallas que tenga un sistema de Monitoreo confiable y que además pueda encargarse del equipo después del arranque permitiendo tiempos, temperaturas, presiones y además entregue reportes para la toma de decisiones al supervisor en turno. En la pagina 42 se muestra la tabla 2.5 del equipo PLC mínimo requerido para automatizar un sistema como el de nuestro trabajo.





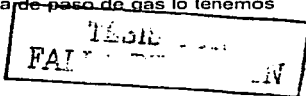
GRAFICA 2.3 DISTRIBUCION  
CHAROLA

1-318 C  
FAT

DESCRIPCION	MODELO	MARCA	CANTIDA D
Fuente de Poder 24 v.	SDN2.5-24-100	Sola Heavy-D.	1
Panel View 600	2711-T6C16L1	Allen Bradley	1
Tarjetas entradas analógicas	1769-IF4	Allen Bradley	2
Base p/micrologix	1764-24*WA	Allen Bradley	1
Procesador para Micrologix	1764-LSP	Allen Bradley	1
Tapa p/micrologix	1769-ECR	Allen Bradley	1
Modulo 4 entradas analógicas	1769-IF4	Allen Bradley	1
Modulo 2 Salidas analógicas	1769-OF2	Allen Bradley	1
Modulo de 8 salidas digitales	1769-OW8	Allen Bradley	2
Modulo de 16 entradas digitales	1769-IA16	Allen Bradley	1
Computadora de programación	*****	*****	1
Software de RS Logix		Allen Bradley	1
Software Panel Builder		Allen Bradley	1

TABLA 2.2 MATERIAL PARA AUTOMATIZAR

En realidad un PLC puede hacer cualquier trabajo que se le programe, cualquier secuencia que se le asigne pero sin embargo en sistemas de combustión existen ciertas normas, las cuales deben ser respetadas para seguridad del equipo y del personal que maneja el mismo. Dichas normas manejan la necesidad de un control contra falla de flama para la secuencia de arranque del quemador. Las razones son muy sencillas un PLC al momento de su interrupción de programa de alguna condición que este fuera del alcance del "entendimiento" del procesador no tiene "palabra" en cuanto a la condición en que deja las señales; es decir, si el control de una válvula de paso de gas lo tenemos





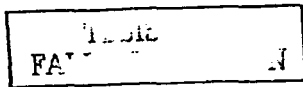
mediante un PLC entonces ocurre un evento inesperado que daña el procesador del PLC las condiciones en las que se queda esa válvula pueden ser abiertas o cerradas no se puede saber por que no se tiene control alguno. Sin embargo cuando el control lo realiza un C.C.F.F. entonces la válvula siempre estará cerrada si las condiciones de operación están ausentes aun cuando el equipo sea destruido deja la condición de las válvulas en posición cerrada evitando condiciones no requeridas.

El PLC en estos casos se usa como un sistema redundante para la seguridad y el control del sistema de combustión es decir las señales pasan a través del control contra falla de flama y además pueden pasar por el PLC y ninguna de las dos condiciones permite la operación fuera de lo requerido.

El control de temperatura puede ser sustituido por el control PLC realizando la misma función además se puede usar también como límite alto de temperatura este control no tiene factor de riesgo para los operadores y un factor de riesgo muy pequeño para los equipos por esa razón el control PLC puede realizarlo sin salir de especificaciones de seguridad.

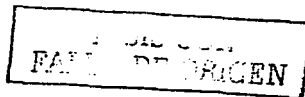
## 2.3 MATERIAL Y EQUIPO NECESARIO.

En esta sección se coordina el equipo y material necesario para implementar el tablero eléctrico nuevo con cada una de sus piezas se presenta la Tabla 2.36 y más adelante la justificación de cada partida.



CAPÍTULO 2 EL TABLERO DE CONTROL Y MONITOREO DEL QUEMADOR TJ-100

Partida	Descripción	Modelo	Marca	Cantidad
1	Gabinete 2000x1000x500 mm.	GAB-5	ENTERPRISE	1
2	Interruptor principal 3 X 15 600V	FAL36015	SQUARED	1
3	Block de distribución	1492-PD31123	Allen Bradley	1
4	Base portafusible 3 X30X600	H60030-3S	BUSSMAN	1
5	Fusible 1.6 X 600	FRS-R1-6/10	BUSSMAN	3
6	Relevador de sobrecarga 1- 2.9 Amp.	193-EA4DB	Allen Bradley	7
7	Desconector de cuchillas 30 Amp.	HU361	SQUARED	1
8	Motor 1/2 Hp	MIAA	WEG	1
9	Base portafusible 2 X 30X600	H60030-2S	BUSSMAN	3
10	Fusible 2.5 X 600	FRS-R2 ½	BUSSMAN	4
11	Fusible 5 X 600	FRS-R5	BUSSMAN	2
12	Transformador 1000VA	T-2-53010-S	ACME	2
13	Transformador 2000VA	T-2-53020-S	ACME	1
14	Base Portafusible 3X30X250	H25030-3S	BUSSMAN	3
15	Fusible 4 X 250	FRN-R4	BUSSMAN	6
16	Fusible 3 X 250	FRN-R3	BUSSMAN	1
17	Fusible 6 X 250	FRN-R6	BUSSMAN	2
18	Contacto 127 Volts 2P + T	65651	Legrand	1
19	Extractor de Aire	V113	Crouzet	1
20	Lámpara de alumbrado	7020	Lights of América	1
21	Panel View	2711-T6C16L1	Allen Bradley	1
22	Cabeza paro de emergencia	800 ES-LMP24	Allen Bradley	1
23	Base paro de emergencia	800E-3DL5	Allen Bradley	1
24	Cabeza botón de arranque verde	800EP-F3	Allen Bradley	1
25	Base botón verde	800E-3LX10	Allen Bradley	1
26	Contacto abierto	800E-3X10	Allen Bradley	1
27	Cabeza botón de paro rojo	800EP-F4	Allen Bradley	1
28	Base botón rojo	800E-3LX01	Allen Bradley	1
29	Contacto cerrado	800E-3X01	Allen Bradley	1
30	Relevador maestro	700-P400A1	Allen Bradley	1
31	Cabeza foco Verde	800EP-LE3	Allen Bradley	3
				Continúa



32	Base lámpara Verde	800E-3DL5	Allen Bradley	3
33	Contactor para 0.5 Hp	100-C09D10	Allen Bradley	1
34	Relevador de control	700-HA33A1	Allen Bradley	4
35	Base p/relevador de control	700-HN101	Allen Bradley	4
36	Base de montaje p/serie "M"	61-3060	Fireye	1
37	Chasis Micro "M"	MEC-120	Fireye	1
38	Modulo programador	MEP-100	Fireye	1
39	Modulo amplificador p/varilla	MERT-4	Fireye	1
40	Barra de Cobre p/tierra	Bar-1	Siemens	1
41	Tarjeta de entradas digitales	1769-IA16	Allen Bradley	1
42	Tarjeta de Salidas digitales	1769-OA8	Allen Bradley	1
43	Tarjeta de entradas para RTD	1769-IR6	Allen Bradley	1
44	Tarjeta de salidas analógicas	1769-OF2	Allen Bradley	1
45	Base p/micrologix	1764-24AWA	Allen Bradley	1
46	Procesador para Micrologix	1764-LSP	Allen Bradley	1
47	Tapa p/micrologix	1769-ECR	Allen Bradley	1
48	Base selector	800-E-3LX20	Allen Bradley	1
49	Cabeza selector 2 posiciones	800EP-HM22	Allen Bradley	1
50	Cabeza botón negro	800EP-F2	Allen Bradley	2
51	Base botón negro	800E-3LX10	Allen Bradley	2
52	Cabeza Lámpara roja	800EP-LE4	Allen Bradley	5
53	Base lámpara roja	800E-3DL5	Allen Bradley	5
54	Torreta de 3 colores y alarma	855TPB10Y3Y5Z	Allen Bradley	1
55	Alarma sonora	A-1	Enterprise	1

TABLA 2.3 LISTA COMPONENTES TABLERO NUEVO

## 2.4 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES

1. - GABINETE GAB- 5. - Caja metálica en la cual se albergan todos los equipos de control necesarios para automatizar el equipo en el quemador.
2. - INTERRUPTOR PRINCIPAL FAL36015.- Su función principal es proteger todo el equipo que se encuentra dentro del tablero de control, además de

hacer una interrupción del voltaje y la corriente a dentro del tablero para cualquier tipo de modificación o mantenimiento del equipo.

3. - BLOCK DE DISTRIBUCION.- Este block tiene como entrada tres tornillos que se conectan al interruptor principal y a la salida varios orificios que reparten la corriente a los motores y transformadores y cualquier equipo que utilice 480 VCA. Como su nombre lo dice distribuye el voltaje de fuerza para todos los equipos que lo necesitan.

4, 9, 14. - BASE PORTAFUSIBLE.- Estos son las bases para colocar los fusibles de protección de todos los equipos.

5, 10, 11, 15, 16, 17. - FUSIBLES.- Son todos los fusibles de protección para los equipos.

6. - RELE DE SOBRECARGA.- Relevador para protección de motor contra sobrecarga.

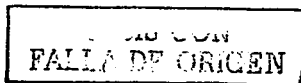
7. - DESCONECTOR DE CUCHILLAS.- Desconector de corriente local para el motor, para mantenimiento o cambio del mismo.

8. - MOTOR.- Coloca el movimiento en el sistema para el ventilador que abastece de oxígeno al sistema de flama.

12, 13. - TRANSFORMADORES.- Se encargan de realizar la conversión de 480VCA a Voltaje de control 127 VCA que utilizan los equipos de control.

18. - CONTACTO 127 VCA.- Contacto que se tiene disponible para conectar una computadora para programación y mantenimiento.

19. - EXTRACTOR DE AIRE.- Es el equipo encargado de introducir aire fresco en el interior del tablero.



20. - LÁMPARA DE ALUMBRADO.- Para tener alumbrado interno del tablero cuando se quiera verificar algún sistema o dar mantenimiento al equipo del tablero.

21. - PANEL VIEW.- Pantalla de Monitoreo para tener una idea exacta en tiempo real de las condiciones de los equipos del tablero y de los equipos en campo. Además de realizar control con esta misma pantalla.

22, 23. - PARO DE EMERGENCIA.- Botón tipo hongo de color rojo e iluminado que detiene todos los equipos y los desenergiza evitando o deteniendo las situaciones de riesgo.

24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 48, 49, 50, 51, 52, 53. - Botonería de control para puerta del tablero donde se pueden arrancar o parar equipos.

30. - RELEVADOR MAESTRO.- Relevador para energizar todo el control colocado en el tablero.

33. - CONTACTOR.- Sistema de control para alimentar con voltaje de fuerza al motor del ventilador utilizando voltaje de control en 127 VCA.

34, 35. - RELEVADOR DE CONTROL.- Relevadores para realizar funciones diversas con una sola señal de control a diferentes contactos abiertos o cerrados.

36, 37, 38, 39. - Control contra falla de flama, es el sistema para seguridad de flama para evitar situaciones de riesgo con el combustible y las chispas (este equipo se explica en el capítulo No1).

40. - BARRA DE TIERRAS.- Una barra de cobre con barrenos con tornillo para conectar directamente la tierra física de los equipos en campo dentro del tablero.

41, 42, 43, 44. - TARJETAS DE PLC.- Tarjetas de interacción entre PLC y equipo de tablero y campo.

45, 46, 47. - PROCESADOR DE PLC.- Incluye base para PLC, procesador y tapa final con todos ellos se forma un PLC Micrologix.

54. - TORRETA DE 3 COLORES.- Indicación luminosa del estado del tablero en tres colores Verde indica sistema en automático, Ambar indica sistema en manual y lámpara Roja indica falla de sistema.

55. - ALARMA SONORA.- Indicación sonora de que el sistema tiene una falla y se está protegiendo.

## 2.5 CABLEADO DE LAS SEÑALES ANALÓGICAS

Las señales analógicas se dividen en diferentes tipos:

- Señales de 4-20 mA
- Señales de 0-10 Volts.
- Señales de Termopar
- Señales de RTD
- Señales de 0- 20 mA.
- -10 a +10 Volts



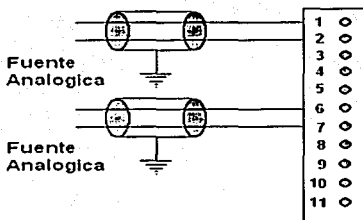
### CABLEADO DE ENTRADAS ANALÓGICAS

Es importante seguir las guías de instalación para evitar el mal funcionamiento de los equipos.

## CAPÍTULO 2 EL TABLERO DE CONTROL Y MONITOREO DEL QUEMADOR TJ-100

- ⇒ Usar cable de comunicación (belden 8761) tratando que se haga tan corto como sea posible.
- ⇒ Conectar solo el final del cable con malla a tierra física.
- ⇒ Los cables no son aliados en las señales analógicas todos los comunes están conectados internamente.
- ⇒ El modulo no esta provisto de una fuente de poder analógica.
- ⇒ Se debe usar una fuente de alimentación si el transmisor de señal lo requiere.

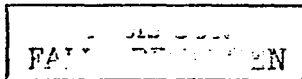
En la gráfica 2.4 se muestra el esquema de cableado de una tarjeta de entradas analógicas.



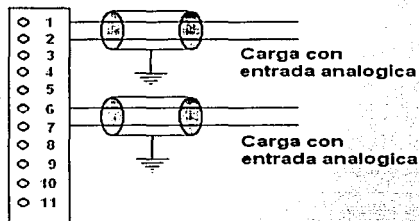
GRAFICA 2.4 ENTRADAS ANALOGICAS

### CABLEADO DE LAS SALIDAS ANALOGICAS

Las salidas analógicas se utilizan con las mismas características de las entradas analógicas solo se debe de cuidar el aspecto de la distancia si excede a



los 10 metros se tiene que utilizar una fuente externa. La configuración queda como se indica en la gráfica 2.5 La configuración de las conexiones es independiente y se indica en cada tarjeta de acuerdo a la marca y el modelo que se elija.



GRAFICA 2.5 SALIDAS ANALOGICAS

En la configuración de las entradas y salidas de las tarjetas analógicas de un PLC se debe realizar antes de cualquier acción para esto se dispone de interruptores miniatura los cuales son colocados en la posición en la que se utilizara la entrada en especial de la tarjeta colocada, también se puede hacer en algunos modelos mediante software. Interruptor 1 = Canal 0, Interruptor 2 = Canal 1, Interruptor 3 = Canal 2, Interruptor 4 = Canal 3. En la Posición ON indica la entrada o salida se encuentra configurada para corriente.



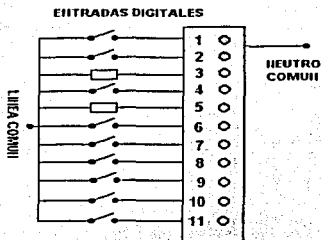
En la posición OFF indica la entrada o salida se encuentra configurada para voltaje.

## 2.6 CABLEADO DE LAS SEÑALES DIGITALES.

Las señales digitales se cablean de acuerdo a las gráficas 2.6 Y 2.7, generalmente se usa cable calibre 16 para 127 Volts de corriente alterna y con código de colores que mencionaremos a continuación al final de este capítulo.

### CABLEADO DE ENTRADAS DIGITALES.

Las entradas son cableadas como marca la gráfica 2.6 siguiente:



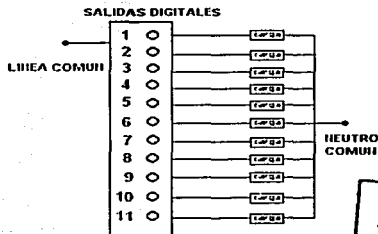
TESIS CON  
FALTA DE PAGINAS

Gráfica. 2.6 Entradas digitales

Se respeta la línea común y el neutro alimenta la tarjeta para que cierre el circuito si se requiere tener dos líneas diferentes se debe instalar una tarjeta con entradas aisladas.

### CABLEADO DE SALIDAS DIGITALES.

Las salidas digitales se cablean en acuerdo con la gráfica siguiente, se debe cuidar especialmente la carga que tiene cada salida no sea mayor a 250 mA si se requiere una carga mayor usar relevador de control. La gráfica 2.7 indica la forma correcta de cablear una salida digital.



TESIS CON  
FALLA DE ... EN

Gráfica 2.7 Salidas Digitales

Cuando se requiere más de un neutro común es necesaria una tarjeta de salidas independientes.

## 2.7 PRUEBAS ELÉCTRICAS AL TABLERO.

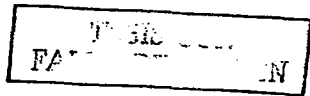
En los equipos eléctricos y mecánicos se realizan pruebas de funcionamiento individual y por equipo de todos los elementos que contienen, las pruebas se realizan siguiendo los pasos que a continuación se enumeran:

### PRUEBAS INDIVIDUALES A CADA ELEMENTO.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- ⇒ **VOLTAJE DE FUERZA.**- El voltaje trifásico (de fuerza) se debe encontrar presente en las conexiones del Interruptor principal localizado en el tablero de control y marcado en el diagrama eléctrico con las siglas 108 PDG (general Desconector Principal), la forma correcta de realizar esta medición es con las puntas de un voltímetro localizadas en dos de los tornillos de entrada de voltaje del interruptor verificando que exista el voltaje entre líneas (alrededor de 440 Volts), además se puede verificar colocando una punta en un tornillo y la otra colocarla en la tierra física (cualquier parte metálica que se encuentre conectada al sistema de tierras) se debe obtener una medición de 250 Volts aproximadamente en cada una de las fases.
- ⇒ **TRANSFORMADORES DE CONTROL.**- Los transformadores de control son los encargados de suministrar el voltaje en 127 Volts. Se coloca el voltímetro en las puntas H1 y H4 para verificar la entrada de voltaje en 440 V. al transformador y después se cambian las puntas a las terminales X1 y X2 las cuales son las salidas del transformador y la lectura debe ser 127 V.

- ⇒ ARRANCADOR DEL MOTOR.- El arrancador consta de dos partes el contactor y el relevador de sobrecarga, el contactor (802 MS) se le aplica voltaje en sus puntas marcadas con A1 y A2 las cuales indican que se esta energizando la bobina de control del contactor cerrando los contactos de fuerza aun sin el voltaje de fuerza presente (previamente se retiran los fusibles del motor 122 FU) el sonido es característico y se nota muy fácilmente, el relevador de sobrecarga (802 MS/OL) se puede probar oprimiendo un botón destinado para ello el cual tiene una leyenda (test) nos sirve para simular una falla por sobrecarga sin ningún riesgo.
- ⇒ PANEL VIEW.- Se energiza inmediatamente después que llega el voltaje a los transformadores la pantalla se inicializa y queda lista para recibir un programa.
- ⇒ CONTROL MAESTRO.- El control maestro envía voltaje a todos los equipos que se encuentran en el sistema, se oprime el botón arranque maestro (711 PB1) que energiza el relevador de maestro (711 MRS) para detenerlo se oprime el botón de paro maestro (711 PB2).
- ⇒ EL CONTROL CONTRA FALLA DE FLAMA.- Se energiza con el control maestro energizado y cuando los límites son correctos (si falta algún parámetro necesario no se energiza el equipo) se debe verificar siguiendo el diagrama en el renglón "2022". Primero se verifica la presión de aire observando el relevador de control "2002CR" de igual manera la baja presión de gas "2003 CR", alta presión de gas con el "2004 CR", la alta temperatura "2102 CR" y por último el arranque del quemador mediante el relevador "4027 CR".

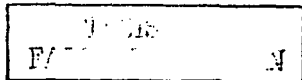


⇒ VALVULA SOLENOIDE DE PILOTO Y VALVULA PRINCIPAL.- Para verificar el buen funcionamiento de este equipo se realizan puentes eléctricos entre las puntas 20261 y 7201(para la válvula piloto) también las puntas 20291 y 7201 (para la válvula principal) se debe tener cuidado de mantener cerrado al paso del gas, la válvula debe abrir cuando tiene voltaje y cerrar cuando se desconecta.

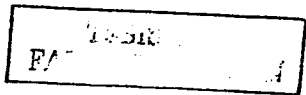
⇒ TRANSFORMADOR DE IGNICION.- Verifique que el transformador de ignición no este dañado físicamente y que la entrada de voltaje sea la correcta (127 Volts). Por medio de un desarmador observe que el borne de salida produzca un arco voltaico de la siguiente forma:

- a.) Tome un desarmador de la parte aislante
- b.) Haga contacto con tierra o la estructura más cercana
- c.) Acerque el desarmador al borne de salida del transformador hasta producir un arco voltaico en el momento que sé esta mandando la señal de ignición del control de falla de flama.

**PELIGRO: Para realizar esta acción necesita Guantes y zapatos aislantes, colocar en el piso una base de madera, que el piso no este mojado, no tocar el borne con la mano, utilizar herramientas en buen estado, tomar el desarmador con la mano derecha y guardar la mano izquierda en la bolsa del pantalón. Recuerde que esta manejando 6000Volts 20 mAmp.**



- ⇒ ACTUADOR ELECTRICO (MODUTROL). Este equipo debe ser probado energizando la señal de 127 volts y realizando un puente eléctrico en las puntas "F" y "+" al realizar esta acción se debe mover el actuador hacia alguno de sus extremos.
- ⇒ RTD's.- Este equipos se encuentran conectados al limite de temperatura y al energizarlo inmediatamente detecta el sensor de temperatura, y el otro se encuentra conectado a un PLC y solo se puede verificar con el computador conectado al equipo.
- ⇒ ENTRADAS DE PLC.- Mediante la activación de los elementos que se encuentran conectados a la entrada de las tarjetas de PLC se puede verificar el buen funcionamiento del equipo. Por ejemplo la entrada I: 0/1 en donde se encuentra conectado un selector de dos posiciones (on y off) cuando este se activa el PLC viene provisto de focos LED para saber exactamente el número de señal que esta llegando por lo tanto se debe encender el foco marcado con el número "I: 0/1", así cada una de las entradas debe activar su dirección correspondiente.
- ⇒ SALIDAS DE PLC.- Cada salida de PLC se encuentra conectada a un equipo ya sea señal analógica o digital estas se pueden probar conectando el computador al equipo y forzando las señales una a una.  
Se debe verificar el correcto orden de las tarjetas de PLC, de acuerdo a como lo indica el diagrama para evitar problemas en el direccionamiento de los equipos.



## PRUEBAS A TODO EL EQUIPO EN CONJUNTO.

Después de probar todos los componentes individualmente, se debe probar el equipo en conjunto con los siguientes pasos:

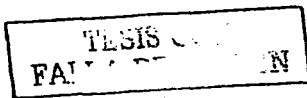
1. - Prueba de alimentación de voltaje 480 VCA (voltaje de Corriente Alterna), con un voltímetro se coloca en dos de las fases de la alimentación principal después se cambian las fases para verificar que existan las tres fases en el equipo. También se puede verificar cada fase colocando el voltímetro de fase a tierra.

2. - Se energiza el motor oprimiendo el botón de arranque " 802 PB " esta acción se debe realizar parando inmediatamente el motor con el botón de paro "802 PB2 " solo para verificar el sentido de la rotación del motor.

3. - Al energizar el motor se debe tener la señal de baja presión de aire se abre la válvula de gas entonces el equipo debe mandar señal de presión de gas correcta alta presión de gas y baja presión de gas correcta.

4. - Se oprime el botón de Arranque de quemador " 806 PB" para dar inicio a la secuencia de arranque del control contra falla de flama.

5. - Enciende la secuencia del CCFF con el led de alimentación, inmediatamente después enciende el Led de operación para mandar señal al transformador de ignición existiendo la chispa y por último envía la señal para abrir la válvula principal despegues que recibió la confirmación de que existe flama en el quemador.



6. - Las pruebas de funcionamiento para el equipo PLC se realizan en el capítulo siguiente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2.8 DIAGRAMAS ELECTRICOS

En esta sección se muestra los diagramas eléctricos completos.

### CIRCUITO DE FUERZA.

Se muestra en la gráfica 2.8 en donde la primera columna para las líneas 100 a la 120 aparecen los siguientes puntos:

- a.- Tres líneas de alimentación trifásica (tres cables de alimentación en 480 Volts)
- b.- Tres alimentaciones para transformadores de alumbrado, control y PLC.
- c.- Interruptor termomagnético para protección y desconexión de todo el equipo.
- d.- Block de distribución para repartir el voltaje de fuerza.

En la línea 106 se muestra el Interruptor termomagnético general (106 MD) de 15 Amperes para la siguiente suma de cargas que aparecen en la Tabla 2.4:

Equipo	Corriente (Amp)	Suma
Motor Ventilador	1.0	1.0
Transformador alumbrado	2.08	3.08
Transformador PLC	2.08	5.16
Transformador de control	4.16	9.32
Tolerancia del 20%	9.32 X 20%	11.18

Tabla 2.4 Suma de Cargas





## CAPÍTULO 2 EL TABLERO DE CONTROL Y MONITOREO DEL QUEMADOR TJ-100

En la Tabla 2.4 se muestra una suma de cargas en la que tenemos 11.18 Amperes multiplicado por 20% resulta 13.4 Amp. pero el interruptor comercial inmediato superior es de 15 Amperes.

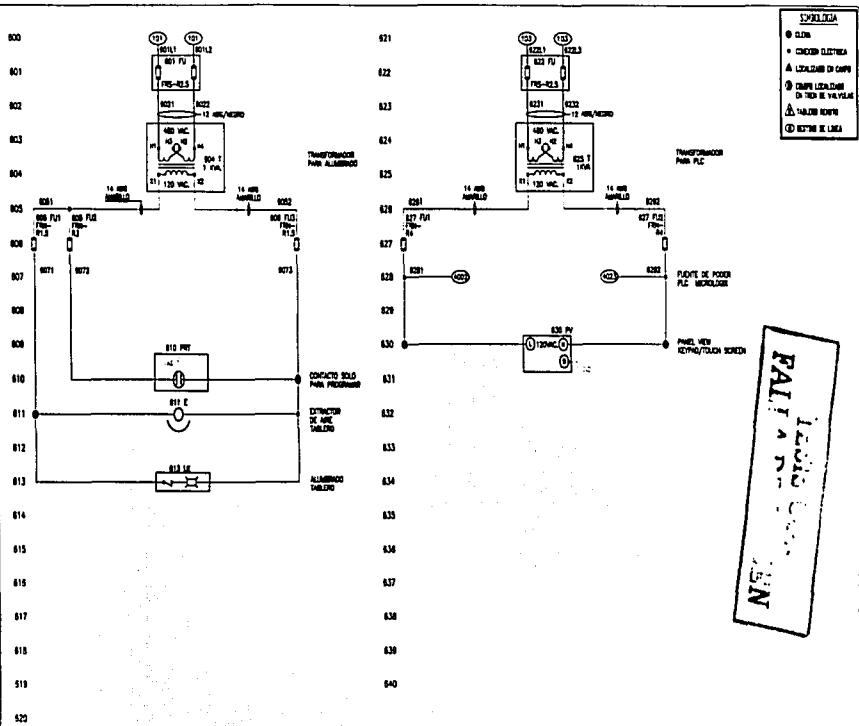
En la segunda columna de la gráfica 2.8 aparecen las líneas 121 a 140 y se tienen las siguientes etapas en los sistemas de fuerza:

- a.- Sistema trifasico en la linea 122 (tres cables que alimentan el motor).
- b.- Sistema de fusibles tres fusibles que protegen a cada fase independientemente.
- c.- Contactor, es un interruptor de corriente trifasica controlado mediante una bobina en 127 Volts.
- d.- Relevador de sobrecarga para cuando el motor demande más corriente de la debida este sistema interrumpe el paso de corriente a través de él.
- e.- Clemas de conexión del tablero a campo para fácil desconexión y mantenimiento.
- f.- Motor de ventilador o movimiento cualquiera.

Transformador de Alumbrado y PLC

TESIS CON  
FALTA DE CONTEN

En la gráfica 2.9. la primera parte de las líneas 600 a 620 se muestra en la 601 los fusibles 601 fu de 2.5 Amperes para la protección del transformador 604T de 1 KVA de capacidad para alumbrado.



Gráfica 2.9 Transformador de Alumbrado y PLC

Fecha	07/07/2020	Por	ENEP_UNAM_ARAGON
Proyecto	2020-2021	Revisado	
Diseño	ENEP	Verificado	
Cableado	ENEP	Instalado	
Instalación	ENEP	Operado	
Operación	ENEP	Entregado	
Entrega	ENEP	Finalizado	
Finalizado	ENEP	Archivado	
Archivado	ENEP	Eliminado	
Eliminado	ENEP	Revisado	
Revisado	ENEP	Revisado	
Revisado	ENEP	Revisado	

En la línea 606 se ven tres fusibles 606 FU1 para protección en línea el 606 FU3 para la protección del neutro de los equipos conectados en este caso solo tenemos como carga el extractor de aire interior del tablero 611 E y la lámpara de alumbrado interior 613 LK. Además se protege con el fusible 606 FU2 un contacto de alimentación a 127 Volts en la puerta del tablero para una computadora de programación.

La segunda parte de la gráfica 2.9 comprende las líneas 621 a la 640 en la 622 se encuentran los fusibles de 2.5 Amperes para proteger el transformador de 1KVA que se utiliza para la alimentación del PLC y el Panel View. Protegidos por dos fusibles de línea y neutro de cuatro Amperes marcados con la sigla 267 FU1 Y 627 FU2.

#### Transformador de Control

En la gráfica 2.10 se muestran las líneas 700 a la 720 únicamente en la 701 se muestra fusibles 701 FU de 5 Amperes para protección del transformador 704 T de 2 KVA, los fusibles 706 FU1 y 706 FU4 de 10 Amperes para la protección de todo el equipo de control, el fusible 760 FU2 para la protección de los módulos de entradas del PLC y el fusible 706 FU3 para proteger los módulos de salidas, estos dos últimos de 4 Amperes.

En la línea 711 se encuentra el botón hongo de paro de emergencia con iluminación marcado con las siglas 711 PB, enseguida se encuentra el botón arranque maestro 711 PB1 y el botón paro maestro 711 PB2, Al final del renglón



se encuentra la lámpara 712 LT de control maestro energizado y el relevador de control maestro con 8 contactos abiertos ocupando 6 de ellos y 2 para aplicaciones futuras.

Se debe tomar en cuenta que las lámpara son del tipo oprimir para probar (push to Test) así se localiza fácilmente alguna lámpara con el foco fundido solo oprimiéndola.

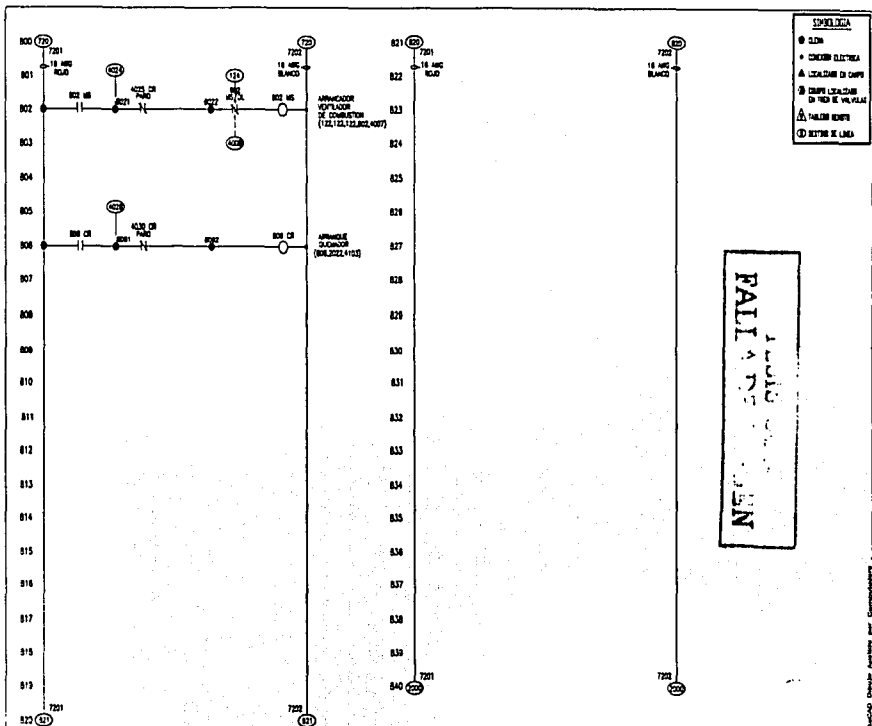
#### Circuito de Control 120 VAC

La gráfica 2.11 indica en la línea 802 el arranque de ventilador de combustión que se activa desde la línea 4024 que corresponde a una salida de PLC, después se tiene un contacto cerrado del relevador de control 4025 CR que es activado desde una salida de PLC para Paro de ventilador. También se interrumpe la corriente con un contacto cerrado del Relevador de sobrecarga y el contactor de arranque de motor con 3 contactos de fuerza normalmente abiertos y dos contactos de control abiertos.

En la línea 806 de la gráfica 2.11 se muestra el arranque de quemador activado desde la línea 4029 de una salida de PLC, un contacto de relevador 4030 CR normalmente cerrado actuado por una salida de PLC, para ser utilizado como paro de quemador y en el final de la línea un relevador de control con tres contactos normalmente abiertos.

#### Circuito de Control y Combustión 120 VAC.

La gráfica 2.12 se muestra en la línea 2002 se muestra el Interruptor de baja presión de aire del ventilador de combustión 2002 LAPS y un relevador de



Gráfica 2.11 Circuito de Control 127 VCA

61-A

CAPÍTULO 2 EL TABLERO DE CONTROL Y MONITOREO DEL QUEMADOR TJ-100

control con dos contactos normalmente abiertos usados y dos contactos para aplicaciones futuras.

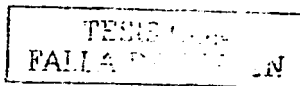
La línea 2003 se tiene el interruptor de baja presión de gas localizado en el tren de válvulas 2003 LGPS y un relevador de control con dos contactos normalmente abiertos y dos contactos para aplicaciones futuras.

La línea 2004 muestra el interruptor de alta presión de gas 2004 HGPS y el relevador de control con dos contactos abiertos usados y dos para futuro, este interruptor debe colocarse en su contacto normalmente cerrado.

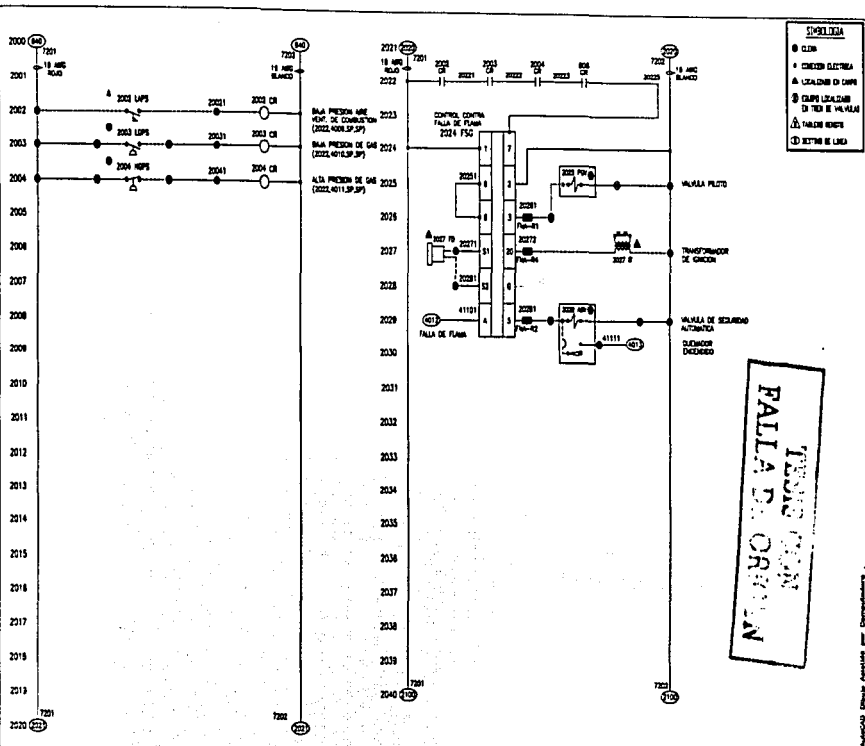
La gráfica 2.12 en la segunda parte de las líneas 2021 a la 2040 muestra el sistema de combustión, la línea 2022 se tienen los permisos para poder energizar el control contra falla de flama. Debe estar activado el relevador 2002 CR de baja presión de aire, el relevador 2003 CR de baja presión de gas, el relevador 2004 CR de alta presión de gas y el relevador 806 CR de arranque quemador. Al cumplirse estas condiciones el control esta energizado.

En la línea 2024 se tiene el control contra falla de flama 2024 FSG que en sus conexiones tiene como se muestra en la tabla 2.5:

Número de Conexión	DESCRIPCION
1	Alimentación de línea directa
2	Alimentación de Neutro directo <span style="float: right;">Continúa</span>







Gráfica 2.12 Circuito de Control y Combustión

Fecha	21/05/2021	DI	21	2021	Nombre	ENEP_UNAM_ARAGON
Proyecto	2021-05-21	CI	01	2021	Apellido	OSORIO, JUAN CARLOS
Curso	2021-05-21	SE	01	2021	Fecha de	
Asignatura	2021-05-21	TE	01	2021	Fecha de	
Nombre	2021-05-21	TE	01	2021	Fecha de	
Apellido	2021-05-21	TE	01	2021	Fecha de	
País	2021-05-21	TE	01	2021	Fecha de	
Estado	2021-05-21	TE	01	2021	Fecha de	
Municipio	2021-05-21	TE	01	2021	Fecha de	
Colegio	2021-05-21	TE	01	2021	Fecha de	
Escuela	2021-05-21	TE	01	2021	Fecha de	
Asignatura	2021-05-21	TE	01	2021	Fecha de	

GR-A

3	Clema fusible de 1 Ampere y Válvula solenoide piloto
5	Clema fusible 2 Amperes y Válvula solenoide automática
6 y 8	Puente de seguridad
7	Alimentación de Línea después de permisivos
20	Clema fusible de 4 Amperes y transformador de ignición
S1 y S2	Fotocelda detectora de flama
A	Salida de señal de alarma
G	Conexión a tierra GND

Tabla 2.5 Conexiones de Control Contra Falla de Flama

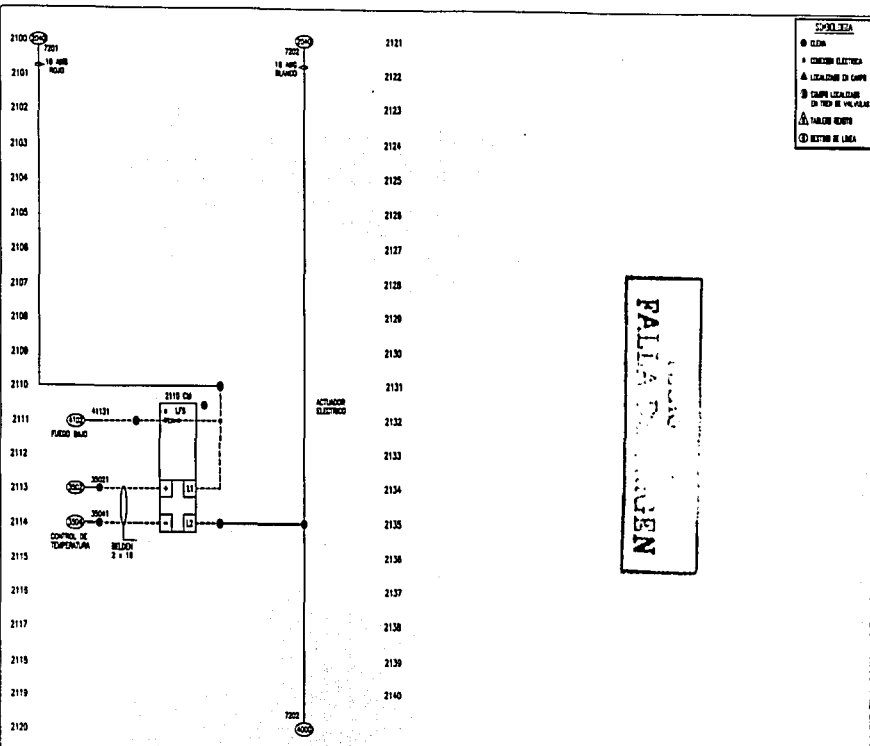
### Circuito de Control de Actuador

La gráfica 2.13 se muestra en la línea 2110 nos muestra el actuador o modutrol 2110 CM que contiene su conexión de alimentación, un contacto de fuego bajo y su conexión con cable belden para señal de 4 a 20 mA.

### Modulo de entradas de RTD

La gráfica 2.14 muestra una tarjeta de entradas para RTD con seis espacios de capacidad se ocupa solo la entrada "0" y la entrada "1" con el 3003 RTD para el control de temperatura . Y EL 3006 RTD para el límite alto de temperatura.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



- LEYENDA**
- CABLE
  - CABLE ELÉCTRICO
  - ▲ LÍNEA DE CABLE
  - ⊗ CABLE LOCALIZADO EN TUBO DE VENTILACIÓN
  - ⚠ PELIGRO DE VIDA
  - Ⓢ RETORNO DE LÍNEA

FALLA EN EL ACTUADOR

Gráfica 2.13 Circuito de Control de Actuador

Forma	01	Nombre	ENEP_UNAM_ARAGON
DESCRIPCIÓN	02	Fecha	2000/01/01
Elaborado	03	Elaborado	2000/01/01
Revisado	04	Revisado	2000/01/01
Aprobado	05	Aprobado	2000/01/01
Estado	06	Estado	06
Proyecto	07	Proyecto	07
Plantilla	08	Plantilla	08
Plantilla	09	Plantilla	09
Plantilla	10	Plantilla	10
Plantilla	11	Plantilla	11
Plantilla	12	Plantilla	12
Plantilla	13	Plantilla	13
Plantilla	14	Plantilla	14
Plantilla	15	Plantilla	15
Plantilla	16	Plantilla	16
Plantilla	17	Plantilla	17
Plantilla	18	Plantilla	18
Plantilla	19	Plantilla	19
Plantilla	20	Plantilla	20
Plantilla	21	Plantilla	21
Plantilla	22	Plantilla	22
Plantilla	23	Plantilla	23
Plantilla	24	Plantilla	24
Plantilla	25	Plantilla	25
Plantilla	26	Plantilla	26
Plantilla	27	Plantilla	27
Plantilla	28	Plantilla	28
Plantilla	29	Plantilla	29
Plantilla	30	Plantilla	30
Plantilla	31	Plantilla	31
Plantilla	32	Plantilla	32
Plantilla	33	Plantilla	33
Plantilla	34	Plantilla	34
Plantilla	35	Plantilla	35
Plantilla	36	Plantilla	36
Plantilla	37	Plantilla	37
Plantilla	38	Plantilla	38
Plantilla	39	Plantilla	39
Plantilla	40	Plantilla	40
Plantilla	41	Plantilla	41
Plantilla	42	Plantilla	42
Plantilla	43	Plantilla	43
Plantilla	44	Plantilla	44
Plantilla	45	Plantilla	45
Plantilla	46	Plantilla	46
Plantilla	47	Plantilla	47
Plantilla	48	Plantilla	48
Plantilla	49	Plantilla	49
Plantilla	50	Plantilla	50
Plantilla	51	Plantilla	51
Plantilla	52	Plantilla	52
Plantilla	53	Plantilla	53
Plantilla	54	Plantilla	54
Plantilla	55	Plantilla	55
Plantilla	56	Plantilla	56
Plantilla	57	Plantilla	57
Plantilla	58	Plantilla	58
Plantilla	59	Plantilla	59
Plantilla	60	Plantilla	60
Plantilla	61	Plantilla	61
Plantilla	62	Plantilla	62
Plantilla	63	Plantilla	63
Plantilla	64	Plantilla	64
Plantilla	65	Plantilla	65
Plantilla	66	Plantilla	66
Plantilla	67	Plantilla	67
Plantilla	68	Plantilla	68
Plantilla	69	Plantilla	69
Plantilla	70	Plantilla	70
Plantilla	71	Plantilla	71
Plantilla	72	Plantilla	72
Plantilla	73	Plantilla	73
Plantilla	74	Plantilla	74
Plantilla	75	Plantilla	75
Plantilla	76	Plantilla	76
Plantilla	77	Plantilla	77
Plantilla	78	Plantilla	78
Plantilla	79	Plantilla	79
Plantilla	80	Plantilla	80
Plantilla	81	Plantilla	81
Plantilla	82	Plantilla	82
Plantilla	83	Plantilla	83
Plantilla	84	Plantilla	84
Plantilla	85	Plantilla	85
Plantilla	86	Plantilla	86
Plantilla	87	Plantilla	87
Plantilla	88	Plantilla	88
Plantilla	89	Plantilla	89
Plantilla	90	Plantilla	90
Plantilla	91	Plantilla	91
Plantilla	92	Plantilla	92
Plantilla	93	Plantilla	93
Plantilla	94	Plantilla	94
Plantilla	95	Plantilla	95
Plantilla	96	Plantilla	96
Plantilla	97	Plantilla	97
Plantilla	98	Plantilla	98
Plantilla	99	Plantilla	99
Plantilla	100	Plantilla	100

63-A



## Modulo de salidas Analógicas

La gráfica 2.15 muestra una tarjeta de salidas analógicas con dos salidas de capacidad se ocupa la salida "0" se puede configurar de acuerdo con la conexión para voltaje o corriente en este caso conectado para salida de corriente con la salida de 4 a 20 mA como control del actuador eléctrico y una salida de reserva para aplicaciones futuras.

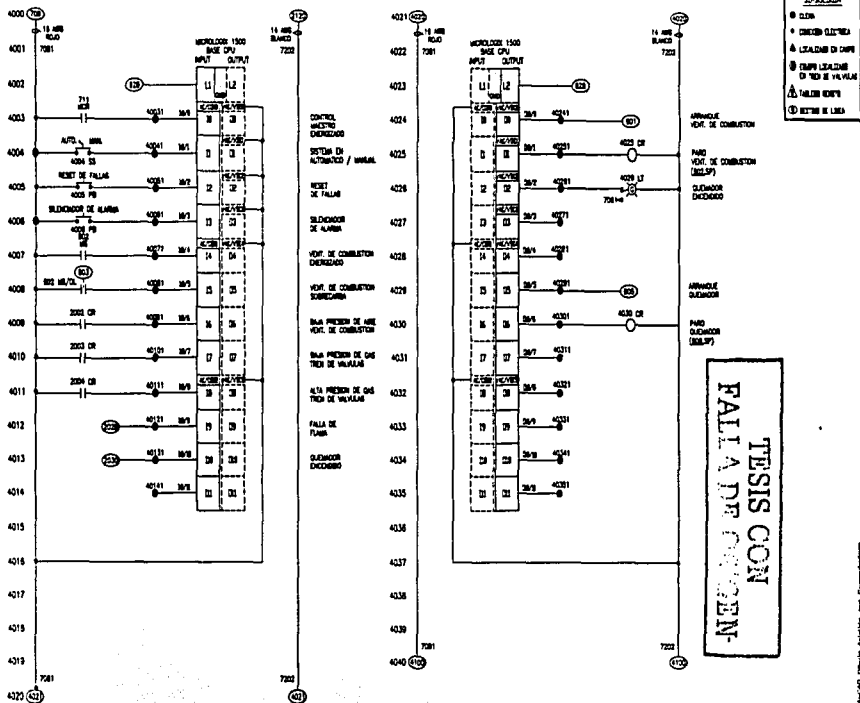
## Modulo Micrologix Entradas/salidas 120 VCA

La gráfica 2.16 en las líneas 4000 a 4020 muestra el modulo de entradas y salidas integrado al procesador del PLC micrologix con las entradas y salidas repartidas como indica la tabla 2.6

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Número de entrada/salida	DESCRIPCION
I:0/0	Indica que el control maestro se encuentra energizado
I:0/1	Selector de automático y manual
I:0/2	Botón negro de reset de fallas
I:0/3	Botón negro de Silenciador de Alarma
I:0/4	Contacto abierto de ventilador de combustión energizado
I:0/5	Contacto abierto del relevador de sobrecarga
I:0/6	Contacto abierto relevador baja presión de aire
I:0/7	Contacto abierto relevador baja presión de gas
	Continúa





Gráfica 2.16 Micrologix Entradas/Salidas 127 VCA

Fecha: 02/02/2003 Proyecto: PUNTA GORDA Cliente: PUNTA GORDA Folio: 02/17 Auto: PUNTA GORDA Aprob: PUNTA GORDA Lamin: PUNTA GORDA Rev: PUNTA GORDA	DE: PUNTA GORDA PARA: PUNTA GORDA AS: PUNTA GORDA PARA: PUNTA GORDA AS: PUNTA GORDA PARA: PUNTA GORDA AS: PUNTA GORDA	Empresa: ENEP_UNAM_ARAGON Calle: PUNTA GORDA, PUNTA GORDA, PUNTA GORDA Telefono: PUNTA GORDA Fax: PUNTA GORDA E-mail: PUNTA GORDA Pagina: PUNTA GORDA Fecha: PUNTA GORDA Hora: PUNTA GORDA Usuario: PUNTA GORDA Password: PUNTA_GORDA Pagina: PUNTA_GORDA
---	---	---

CAPÍTULO 2 EL TABLERO DE CONTROL Y MONITOREO DEL QUEMADOR TJ-100

I:0/8	Contacto abierto relevador alta presión de gas
I:0/9	Entrada indicación de falla de flama
I:0/10	Entrada de indicación de quemador encendido
I:0/11	Contacto abierto relevador alta temperatura
O:0/0	Salida arranca ventilador de combustión
O:0/1	Paro de ventilador de combustión
O:0/2	Lámpara piloto verde de quemador encendido
O:0/3	Reserva
O:0/4	Salida arranque/paro de quemador
O:0/5	Salida de arranque de quemador
O:0/6	Salida de paro de quemador
O:0/7	Reserva
O:0/8	Reserva
O:0/9	Reserva
O:0/10	Reserva
O:0/11	Reserva

Tabla 2.6 Entradas v salidas integradas a PLC Microloaix

Modulo de entradas digitales 120 VAC.

En la gráfica 2.17 se muestra una tarjeta de entradas digitales solo con dos entradas ocupadas en la entrada "0" donde se indica que el Actuador esta en





## CAPÍTULO 2 EL TABLERO DE CONTROL Y MONITOREO DEL QUEMADOR TJ-100

fuego bajo y en la entrada "1" se tiene un contacto del relevador 806 CR que indica que el quemador esta energizado.

### Modulo de Salidas Digitales.

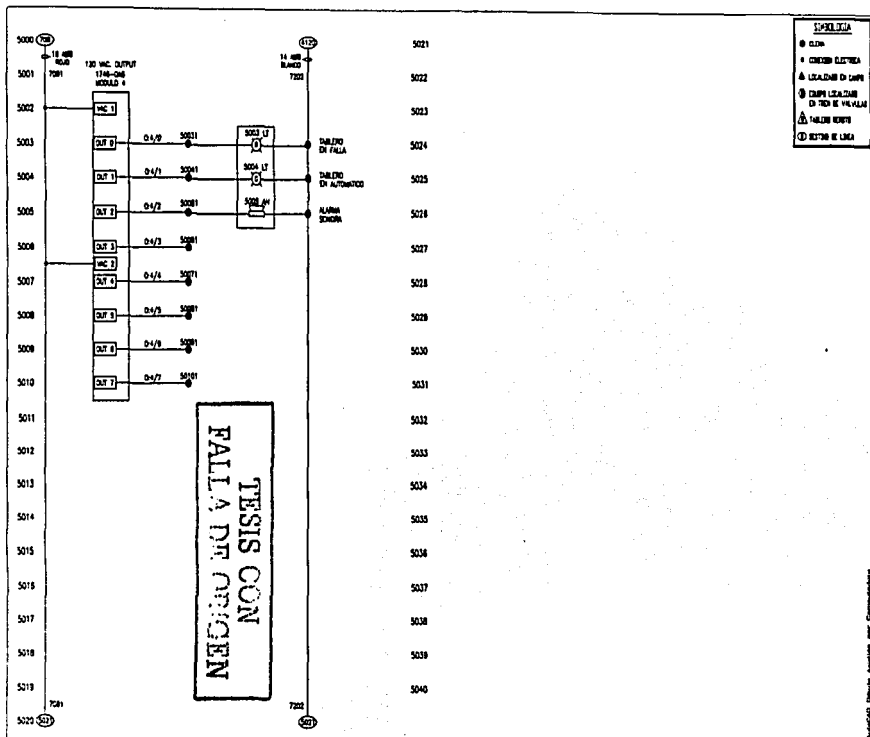
La gráfica 2.18 contiene un modulo de salidas digitales en donde las salidas están repartidas como se indica en la tabla 2.7.

Número de salida	DESCRIPCIÓN
O:4/0	Luz Roja de torreta tablero en falla
O:4/1	Luz ámbar de torreta tablero en automático
O:4/2	Alarma Sonora
O:4/3	Libre a Futuro
O:4/4	Libre a Futuro
O:4/5	Libre a Futuro
O:4/6	Libre a Futuro
O:4/7	Libre a Futuro

Tabla 2.7 Tarjeta de Salidas digitales

### Arquitectura del PLC

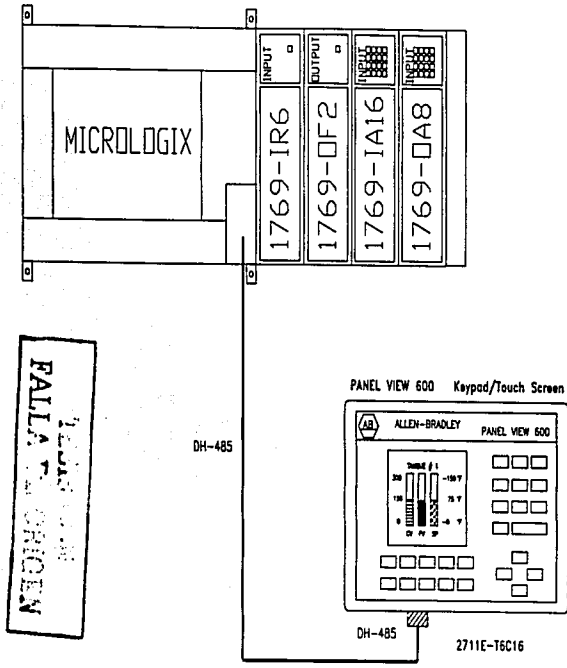
En la gráfica 2.19 se muestra la arquitectura del PLC para determinar el orden de las tarjetas del mismo.



- LEYENDA**
- ALARMA
  - CORTADO ELECTRICA
  - ▲ LEADADO O CARGA
  - CERRA LEADADO O TEND DE VOLTAJES
  - △ VALVULA ABIERTA
  - ◇ RETORNO DE LINEA

Gráfica 2.18 Modulo de Salidas Digitales

Fecha	27/07/2001	Por	DF	Rev	01	Nombre	ENEP_UNAM_ARAGON
Elaborado	JOSUE GARCIA	Revisado	DF	Rev	01	Modulo	MODULO DE SALIDAS DIGITALES
Revisado	JOSUE GARCIA	Aprobado	DF	Rev	01	Plantilla	PLANTILLA
Revisado	JOSUE GARCIA	Revisado	DF	Rev	01	Plantilla	PLANTILLA
Revisado	JOSUE GARCIA	Revisado	DF	Rev	01	Plantilla	PLANTILLA
Revisado	JOSUE GARCIA	Revisado	DF	Rev	01	Plantilla	PLANTILLA
Revisado	JOSUE GARCIA	Revisado	DF	Rev	01	Plantilla	PLANTILLA



Gráfica 2.19 Arquitectura del PLC

Forma	DI	256	ENEP_UNAM_ARAGON
Proyecto	CD FC		
Dir. S. S. S. S.	Nombre	SY	ARQUITECTURA_DEL_PLD
Dir. S. S. S. S.	Forma de	DATA	
Nombre	ACT		Francisco PARRA_MG_10
Dir. S. S. S. S.	Local		
Operador	Local		
DESCRIPCION	LOC		

66-D

AutoCAD 2000 - AutoCAD 2000 - AutoCAD 2000

### Layout de Tablero

La gráfica 2.20 enseña la vista general del tablero de control que incluye medidas.

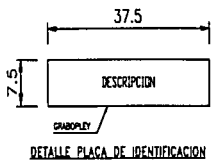
### Layout de Puerta.

La gráfica 2.21 presenta la vista de la distribución de botonería en la puerta además de los tamaños de las placas de identificación y barrenos.

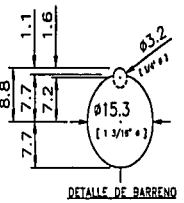
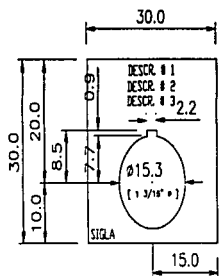
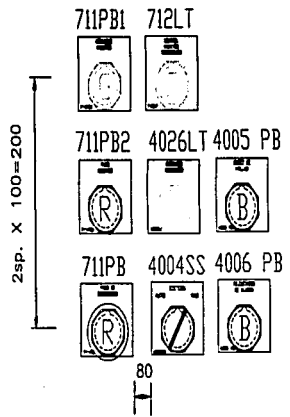
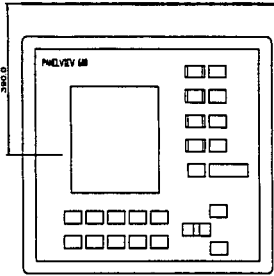
### Layout de Charola

La gráfica 2.22 Muestra una vista general de la charola interior del tablero.





PARTE SUPERIOR PUERTA



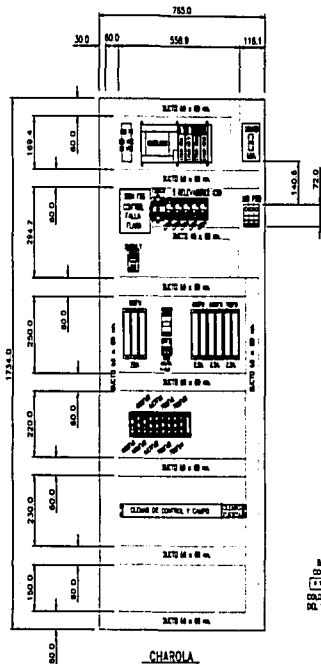
DETALLE PLACA DE IDENTIFICACION

Gráfica 2.21 Lay Out Puerta

Fecha	04/20/2003	OP. OF.	Cliente	ENEP_UNAM_ARAGON
Proyecto	OPAS SIGLA	Revision	Titulo	LAYOUT_PUERTA
Dibujó	OPAS SIGLA	BY	DATE	
Revisó	OPAS SIGLA	ACC.	APROBADO	PAGINA NO. 01
APROBADO		Escala	ESC.	
PENDIENTE				

67-8

TESIS CON  
FALLA A DE CARGA EN



BARRA DE  
COME (BUS)  
CABLEADO EN LA  
CHAROLA

SE  
LOCALIZAN EN LA  
BARRA DEL CABINETE

TESIS CON  
FALLA A DE CARGA EN

Gráfica 2.22 Lay Out de Charola

Fecha	02/01/2011	DF	01/11	Cliente	ENEP_UNAM_ARADH
Proyecto	2011-00101	Revisión	01	Nombre	LAY_OUT_DE_CHAROLA
Autores	JOSÉ GUILLERMO	Elaborado por	JOSÉ GUILLERMO	Proyecto	PADM_10_71
Revisado	JOSÉ GUILLERMO	Verificado por	JOSÉ GUILLERMO	Elaborado por	
Aprobado		Revisado por		Verificado por	
Desarrollado		Elaborado por		Verificado por	

67c



## **CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PLC MICROLOGIX 1500**

### **3.1 CARACTERÍSTICAS.**

Un PLC se puede definir como un controlador lógico programable capaz de llevar una secuencia lógica por variada que esta sea y se aplica a gran cantidad de procesos.

Se utiliza como un receptor de señales de campo y por medio de un programa, pueden actuar sobre diferentes equipos como controlador o supervisor de una secuencia, además servir de enlace con una pantalla de control y supervisión para que el operario conozca el estado del proceso y pueda tener control del mismo mediante un teclado integrado en la pantalla.

Los PLC's se presentan en dos formas: fijos y modulares.

Los PLC's fijos constan de una fuente de alimentación, procesador y señales de entrada y salida predeterminadas por el modelo del procesador estos procesadores se encuentran presentados en una sola pieza física.

Los PLC's modulares se configuran dependiendo de la aplicación, normalmente cuentan con chasis, fuente de alimentación, procesador y tarjetas de entradas y salidas, este tipo de equipo se presenta en varias piezas separadas. La selección de un PLC se realiza tomando en cuenta las características de cada uno de los equipos, así como también las necesidades del operador final.

#### Clasificación.

Un PLC se clasifica dependiendo de:

- ⇒ Número de entradas y salidas que maneja.
- ⇒ Tipo de señales que recibe y envía.
- ⇒ Capacidad de Manejo de memoria
- ⇒ Comunicación con una computadora.

Existen tres clases de la marca allen bradley (Micrologix, SLC 500, PLC-5).

La familia Micrologix de controladores programables Allen Bradley le proporciona potencia y flexibilidad para una solución de control total.

La familia Micrologix, se encuentra en constante crecimiento compuesta por controladores lógicos programables compactos construidos alrededor de dos opciones de hardware, un controlador compacto con una opción de expansión usando un chasis de dos ranuras, o un controlador de entradas y salidas modular con un máximo de hasta 278 puntos de entradas/salidas.

Las herramientas de programación y la mayoría de los módulos de entradas/salidas son compatibles entre las dos opciones de hardware. Además de la flexibilidad de configuración, los controladores programables Micrologix se comunican a través de una red incorporada DH-485 o DH+ que permite el soporte y la supervisión del programa.

La familia Micrologix ofrece una variedad de módulos de entradas/salidas discretas que le permiten configurar su sistema de control de manera económica.

### CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PLC MICROLOGIX 1500

La adición de los módulos de entradas/salidas de 32 puntos reduce los requisitos de espacio en el tablero.

#### CONTROLADOR MODULAR.

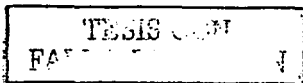
El controlador modular ofrece la flexibilidad adicional en la configuración del sistema, más potencia de procesamiento y capacidad de entradas/salidas si se selecciona el chasis modular, fuente de alimentación, procesador y módulos de señales discretas o especiales apropiados, se puede crear un sistema controlador específicamente diseñado para su aplicación.

Procesador Micrologix ofrece las siguientes opciones con Micrologix 1000, Micrologix 1200 y Micrologix 1500.

En la tabla 3.1 se ven las características y ventajas de un PLC Modular.

CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS
Cuatro unidades centrales de procesamiento	Acepta una variedad de entradas/salidas y funcionalidad
Cuatro tamaños de chasis diferentes (4,7,10 y 13)	Proporciona flexibilidad de instalación de Entradas/salidas y opciones de expansión.
Variedad de módulos de entradas/salidas 1746	Proporciona más de 44 módulos diferentes para satisfacer las necesidades de su aplicación
Tres fuentes de alimentación	Acepta potencia CA y CC proporcionando tres tamaños diferentes.
Variedad de opciones de comunicación	Acepta la comunicación DH-485 RS232 y DH+
Certificación	Lista de UL aprobación de CSA Clase 1 división 2, ambientes peligrosos.

Tabla 3.1 Características y Ventajas de PLC Modular



## CAPACIDAD DE MANEJO DE MEMORIA.

Para seleccionar la capacidad de memoria de un PLC es importante conocer el número de entradas y salidas que instalaremos en nuestro sistema, además de conocer la secuencia del proceso, ya que también depende del tipo de instrucciones que se utilizan y la lógica de programación.

## POSIBILIDAD DE COMUNICACIÓN CON UNA COMPUTADORA.

La mayoría de los equipos tiene la posibilidad de estar enlazados con una computadora y ser programado desde ahí. Existen otros con la capacidad de monitorear y controlar el proceso mediante mímicos vía computadora o interfase de operador. Para efectuar esta comunicación siempre es necesario utilizar un software de Monitoreo y una interfase para el enlace.

## VENTAJAS.

Integrar un PLC a una máquina para ejecutar la secuencia requerida; hoy en día es un estándar en toda compañía que quiere ser competitiva y estar entre las mejores de su ramo. Un PLC representa el primer paso hacia la modernización en los procesos industriales, el cual trae consigo las siguientes ventajas:

- ⇒ Primer paso para cualquier industria que quiera entrar a un mercado de primer mundo.
- ⇒ Disminución de mano de obra.

### CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PLC MICROLOGIX 1500

- ⇒ Disminución de errores.
- ⇒ Aumento en la calidad del trabajo en cualquier proceso.
- ⇒ Ahorro de materia prima.
- ⇒ Sistemas 100% flexibles.
- ⇒ Bajo mantenimiento.
- ⇒ Detección de fallas mucho más rápido.
- ⇒ Monitoreo centralizado
- ⇒ Control Centralizado y automatizado.
- ⇒ Estadísticas de producción
- ⇒ Estadísticas de calidad del producto.
- ⇒ Estadísticas de tiempos muertos.

### APLICACIONES

Este tipo de equipo se puede instalar en todo aquel proceso que lleve una secuencia repetitiva; recibiendo condiciones de operación y ejecutando acciones sobre el proceso; realizando desde la revisión de condiciones correctas para el arranque, realizar la secuencia de arranque trabajar en el control del proceso y ejecutar una secuencia de paro para el momento que sea requerida. Todo el proceso se monitorea y controla localmente mediante pantalla o computadora.

### LENGUAJE DE PROGRAMACION.

Existen diferentes formas para la programación de PLC's, la forma más sencilla y por consiguiente la más usada es por diagramas de escalera. El cual es

un lenguaje de programación muy fácil de comprender y con la similitud de un diagrama eléctrico resulta muy práctico para cualquier personal eléctrico el seguimiento y localización de fallas.

### 3.2 TIPOS DE TARJETAS.

Tarjetas de entradas digitales.- Tarjetas que reciben señales discretas con voltajes de 220VCA, 127VCA, 24 VCA y 24VCD. Existen diferentes tipos de tarjetas para adaptarse a cada necesidad:

- ⇒ Tarjeta 16, 8 y 4 entradas para 127 VCA
- ⇒ Tarjeta 32, 16 y 8 entradas para 24 VCD
- ⇒ Tarjeta 16,8 y 4 entradas para 200/240 VCA
- ⇒ Tarjeta 16 entradas para 24 VCA y/o VCD
- ⇒ Tarjetas combinadas 6 entradas para 127 VCA y 6 Salidas de relevador.

Tarjetas de salidas digitales.- Este tipo de tarjetas envían señales para que los equipos actúen es decir envían señales eléctricas para arrancar un motor, una lámpara, una solenoide, etc. Este tipo de tarjeta es la encargada de todas las acciones que realiza físicamente el PLC en cada sistema y se tienen los siguientes tipos.

- ⇒ Tarjeta de 16 Salidas a triac 120 VCA/240VCA
- ⇒ Tarjeta de 16 Salidas a transistor 10/50VDC
- ⇒ Tarjeta de 16 Salidas TTL

- ⇒ Tarjeta de 16 Salidas a Relevador.
- ⇒ Tarjeta de 8 Salidas a relevador aisladas.

Tarjetas de Entradas analógicas.- Este tipo de tarjetas recibe señales de campo de cualquier equipo que requiera ser "visto" con señales análogas de 0-10 Volts, 0 a 20mA, 4-20mA, etc. Puede ser un equipo de medición de humedad un variador de velocidad, un equipo de presión o temperatura; existen en la industria muchos equipos que pueden ser monitoreados con estas tarjetas existen los siguientes tipos:

- ⇒ Tarjeta de 4 entradas para corriente
- ⇒ Tarjeta de 4 entradas para voltaje
- ⇒ Tarjeta de 2 entradas 2 salidas. Corriente o voltaje.

Tarjetas de Salidas Analógicas.- Este tipo de tarjetas envía una señal de referencia para equipos que así lo requieran como variadores de velocidad, motores de pasos, válvulas automáticas, etc. Las señales enviadas desde el PLC pueden ser de voltaje o de corriente como se indica a continuación.

- ⇒ Tarjeta de 4 salidas para corriente
- ⇒ Tarjeta de 4 salidas para voltaje.
- ⇒ Tarjeta de 2 salidas 2 entradas de corriente o voltaje.

**Tarjetas Especiales.-** Todas las tarjetas tienen una aplicación general pero existe también para aplicaciones en particular, como medición de temperatura, medición de la posición de un encoder, etc. En aplicaciones especiales existen un sin número de tarjetas mencionamos algunas de ellas.

- ⇒ Tarjetas para Termopar
- ⇒ Tarjetas para Encoder
- ⇒ Tarjetas para convertir comunicaciones (RS-232 a RS485)
- ⇒ Tarjetas de interfase de comunicación.
- ⇒ Tarjetas de control de motor de pasos.
- ⇒ Tarjetas de contador de alta velocidad
- ⇒ Tarjetas de moldeadoras de plástico
- ⇒ Tarjetas para simulador
- ⇒ Tarjetas para escáner.

Todas las tarjetas ya sean de entradas o de salidas tienen una sola función proveer al procesador de las señales necesarias. Procesando las entradas con una tabla de datos para que la salida realice una operación obedeciendo a la secuencia del diagrama de escalera.

### **3.3 TIPOS DE SEÑALES DE CONTROL**

Selección:

Dependiendo de la cantidad de señales a controlar y monitorear se realizará la selección del equipo:



por ejemplo se tiene el siguiente equipo:

- 3. - motores
- 2 solenoides
- 4 sensores de presencia
- 5 botones de proceso

En el sistema de ejemplo se requiere por lo menos una entrada digital y una salida digital por cada motor (esto en el más sencillo de los casos).

Se requiere activar todo desde el PLC:

- 3. - Motores.....3 entradas digitales y 3 salidas digitales
- 2. - Solenoides.....2 salidas digitales
- 4. - Sensores de presencia.....4 entradas digitales
- 5. - Botones de proceso.....5 entradas digitales

En este caso las entradas y salidas son solo digitales por lo tanto escogeremos tarjetas digitales con un procesador pequeño tomando en cuenta que solo utilizamos una tarjeta de entradas digitales y otra de salidas digitales si el número de entradas/salidas I/O aumenta entonces el procesador debe elegirse a uno de mayor capacidad.

Las señales que recibe y envía un PLC se identifican como señales de entrada y señales de salida y estas a su vez se clasifican por el tipo de señales que manejan, las cuales estudiaremos más adelante.

El PLC puede recibir o enviar señales a los diferentes dispositivos por dos formas, directamente o vía módulos o tarjetas de señales, cuando se cuenta con un PLC fijo recibimos las señales directamente en la unidad procesadora y cuando tenemos un PLC modular recibimos las señales a través de los módulos o tarjetas, en el caso del Micrologix se tienen las dos opciones porque tiene entradas y salidas digitales incorporadas al procesador pero también tiene la posibilidad de manejar tarjetas.

Los tipos de señales para el control pueden ser:

a.) SEÑALES DISCRETAS: Son señales donde solamente vamos a recibir o enviar una de dos condiciones posibles señal energizada o no energizada (todo o nada), estas señales pueden ser de corriente directa o de corriente alterna; además se tiene la versatilidad de seleccionar un rango dependiendo de la aplicación.

Las señales de entradas discretas se seleccionan dependiendo de la aplicación y tenemos entonces:

- ⇒ Propósitos generales de 120 VCA.
- ⇒ Propósitos generales de 220/240 VCA
- ⇒ Para operación con VCA o VCD 24 Volts.
- ⇒ Entradas TTL.
- ⇒ Entradas BCD.
- ⇒ Propósitos generales de 10-30 VCD.
- ⇒ Para aplicaciones donde se requiere respuesta rápida en la lectura de la señal.

### CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PLC MICROLOGIX 1500

- ⇒ Para propósitos generales con espacio reducido en la instalación.
- ⇒ Etc.

Selección para señales de salida discretas es como sigue:

- ⇒ Propósitos generales 120/240 VCA.
- ⇒ Propósitos generales 10-50 VCD.
- ⇒ Alta corriente de salida VCD con fusible.
- ⇒ TTL's Interfaces.
- ⇒ BCD Interfaces.
- ⇒ Para propósitos generales con espacio reducido para la instalación.
- ⇒ Aislada individualmente y de alta corriente.
- ⇒ Relevador de contacto.
- ⇒ Etc.

b.) SEÑALES ANALÓGICAS.- Estas señales las podemos clasificar como señales variables ya que dependiendo de las condiciones del proceso o de la variable a medir, recibimos una señal que cambie de valor dependiendo del proceso.

Este tipo de señales se pueden recibir de termopares, sensores de humedad, medidores de presión, medidores de flujo, etc. Y pueden ser enviadas a dispositivos donde se requiera una posición o un dato variable, por ejemplo válvulas modulantes o indicadores, variadores de velocidad, etc.

Las señales de entradas analógicas se seleccionan dependiendo de la aplicación que tenemos:

- ⇒ Entradas de 0-5, 1-5, +5, +-10 VCD.

- ⇒ Entradas 0-20, 0-50, 4-20, +-20mA.
- ⇒ Entradas de 50 mV.
- ⇒ Entradas para Termopar J, K, E, B, R, S, T, +- 99.99 mV.
- ⇒ Entradas para RTD.

Las señales de salida analógicas se seleccionan dependiendo de la aplicación y tenemos:

- ⇒ Salidas 0-10, 1-5, +-10VCD.
- ⇒ Salidas de 0-20, 4-20, 0-50 mA.

### 3.4 DISPOSITIVOS DE INTERFASE.

Un sistema automatizado para que sea completo deberá contar con una interfase de operador que es básicamente el diálogo hombre-máquina que es esencial para el buen y eficiente funcionamiento de la automatización. Esta interfase entre hombre-máquina comprende tres formas:

1. - Interfase de mando.- Esta es necesaria para poner la máquina en marcha normal de producción y pueden ser instaladas en los tableros o consolas especiales. Estas interfaces de mando son de dos tipos:

- a.) Botones, lámparas, selectores y teclados.
- b.) Interfaces programables como visualizadores, terminales de exploración.

2. - Interfaces de ajuste.- Son las que se utilizan para ejecutar variaciones del proceso, cuando se requieren cambios en el producto; como puede ser cambios en los tiempos de proceso, cambios en los puntos de ajuste (set point) para

determinada variable, etc. Esto se realiza a través de interfaces programables o bien utilizando terminales portátiles.

3. - Interfaces mixtas y de reporte.- Este tipo de interfaces son las más completas para un sistema automático y abarcan las dos anteriores y además de poder generar reportes de cualquiera de las variables que intervengan en el proceso. Generalmente este tipo de interfaces se consideran para instalar un sistema de supervisión donde se cuente con una computadora, una unidad de almacenamiento de informaciones y una impresora. Comúnmente se utiliza software dedicado con los parámetros exactos para ser programados de acuerdo a la aplicación e instalarlo en la computadora central donde se tiene el sistema de información.

#### CLASIFICACION

En general las interfaces de operador las podemos clasificar como sigue:

- ⇒ Terminales portátiles.
- ⇒ Terminales de montaje en gabinete.
- ⇒ De acceso de datos
- ⇒ De programación
- ⇒ De Monitoreo con letras (Datalliner).
- ⇒ De Monitoreo con pantallas (Terminal de monitoreo)
- ⇒ De control y Monitoreo con pantallas.
- ⇒ Estaciones de trabajo.
- ⇒ Para control, Monitoreo y programación por medio de pantallas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3.5 COMUNICACIONES EN UN SISTEMA PLC.

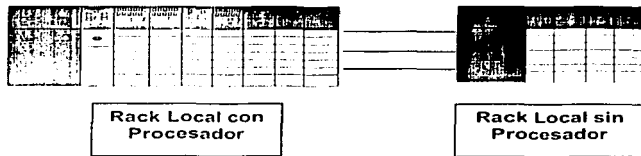
Ventajas.- Las ventajas que tenemos al utilizar un equipo con posibilidades de comunicación son las siguientes:

- ⇒ Ahorro de materiales en la instalación de nuestro sistema automático.
- ⇒ Versatilidad del equipo para crecer en el futuro.
- ⇒ Posibilidad de compartir información de dos procesos en diferentes sitios
- ⇒ Inversión inicial baja para poder automatizar nuestra planta por etapas.
- ⇒ Centralización de la información para poder generar reportes de calidad, producción, etc.
- ⇒ La posibilidad de tener asistencia vía módem.

Las arquitecturas que podemos configurar en un sistema dependen de la disponibilidad económica del cliente, de la facilidad para la instalación, de la necesidad de proceso, etc. Y podemos mencionar las siguientes:

#### Comunicación entre PLC y un Rack Local.

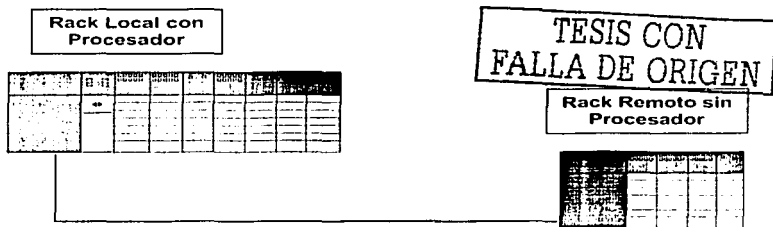
Se utiliza cuando se necesita ampliación del sistema localmente en el mismo gabinete y esto se consigue adicionando tarjetas de entrada y salida en otro chasis, conectados mediante un cable directo y se pueden tener como un máximo para este tipo de equipos 3 extensiones con un solo procesador. La gráfica 3.2 muestra el esquema de una comunicación local.



Gráfica 3.2 Comunicación entre PLC v Rack

### COMUNICACIÓN ENTRE UN PLC Y UN RACK REMOTO

Este tipo de configuración se aplica cuando tenemos una parte del proceso lejos de donde se encuentra el tablero principal, podemos instalar un tablero remoto ahorrando dinero en materiales y tiempo de instalación, en cableado solo se necesita un cable de comunicación y un módulo de comunicación en cada uno de los Racks. La configuración se forma como muestra la gráfica 3.3:



Gráfica 3.3 Comunicación entre un PLC v un Rack Remoto

### Comunicación entre un PLC e Interfaces de operador.

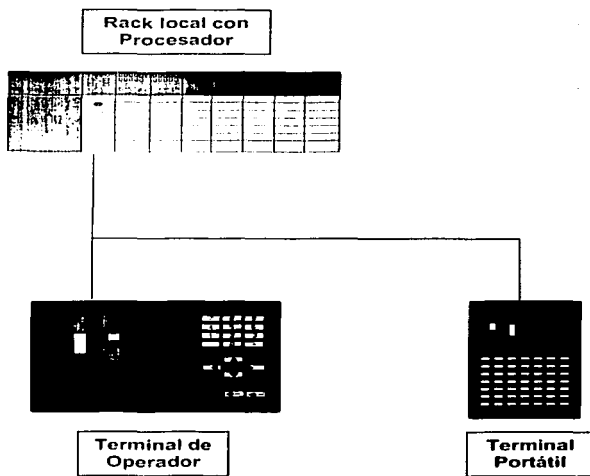
Cuando se necesita la visualización o control local o remoto sobre un proceso, se pueden instalar configuraciones como la siguiente, con este tipo de terminales no se necesita de botones físicos pueden ser simulados en las terminales de operador y tener los dos tipo de control se tiene un ejemplo en la gráfica 3.4:

Las distancias del cable de comunicación puede variar de acuerdo al equipo y sus especificaciones, la agresividad del ambiente donde se trabaja y el tipo de comunicación que se elija, la capacidad de memoria del procesador y la velocidad del mismo.

Todos los tipos de redes son compatibles entre si y se pueden realizar combinaciones de las mismas, el objetivo principal de una red es tener control de un sistema desde una terminal, poder tener monitoreo y reportes desde cualquier otro punto y en diferentes estaciones de trabajo con reportes escritos,

También se puede tener control desde un solo punto de diferentes procesos con sistemas que se encuentren entrelazados o sistemas independientes que no necesariamente pertenecen al mismo proceso.





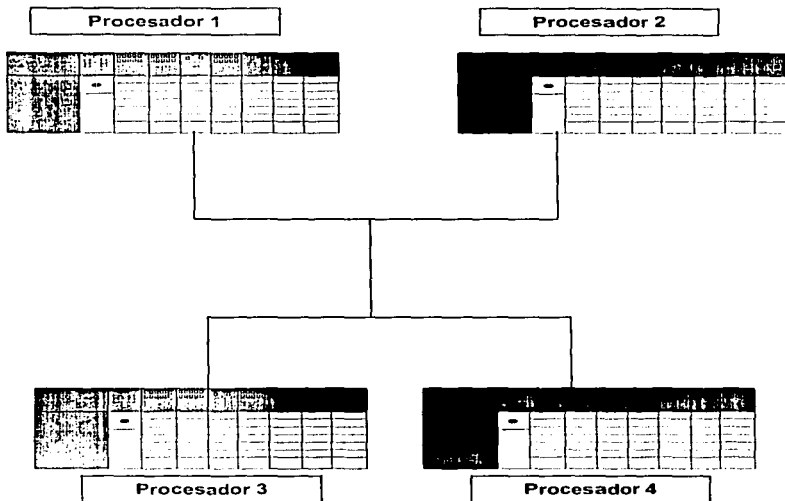
Gráfica 3.4 Comunicación entre un PLC e interfaces de operador

### Comunicación entre PLC's

Cuando requerimos información de otra parte de la planta, de otra máquina que se encuentre antes o después del proceso se puede instalar una configuración de este tipo en donde se pueden tomar acciones dependientes o independientes entre procesadores para afectar los procesos en cada etapa o

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

simplemente tenerlos presentes en el monitoreo. Este tipo de comunicaciones es muy útil en una línea de producción donde una etapa depende de la anterior, la gráfica 3.5 muestra el esquema:



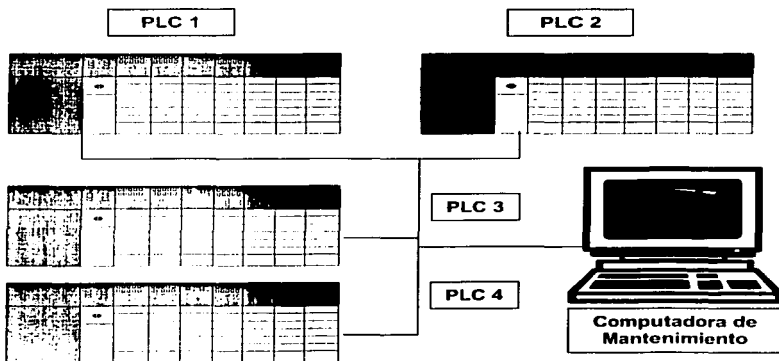
Gráfica 3.5 Comunicación entre PLC's

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los equipos involucrados en este tipo de conexión generalmente pertenecen a un solo sistema, o tienen algo que ver con el proceso que se está trabajando, no se debe conectar un procesador que trabaje independiente por que se utilizan recursos de los procesadores cuando no es necesario.

### Comunicación entre PLC's y una computadora

Cuando se requiere tener toda la información de una planta completa centralizada en un solo lugar; es decir, en la oficina del departamento de mantenimiento, todo en una PC o varias computadoras de un centro de computo se requiere de una configuración como la que se muestra en la gráfica 3.6:



Gráfica 3.6 Comunicación entre PLC's y una Computadora

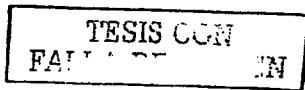
### Comunicación entre un PLC y un módem

Cuando los sistemas requieren ser monitoreados controlados o simplemente ser cambiado algún parámetro en el diagrama de escalera de cualquier programa PLC se puede hacer mediante un Módem, con una computadora conectada a una red telefónica y una tarjeta especial para conectarse a la red de Internet conectada al PLC, se puede realizar este tipo de conexión, cabe mencionar que este tipo de arreglo puede estar combinado con cualquiera de los antes mencionados y de la parte del PLC se pueden hacer sistemas muy complejos previamente arreglados. El control mediante un módem solo es recomendable para resolver problemas a larga distancia y que requieran una pronta respuesta por que para realizar un sistema completo el sistema de comunicaciones es muy lento en extremo y no es recomendable para trabajos muy extensos. El arreglo lo muestra la gráfica 3.7:

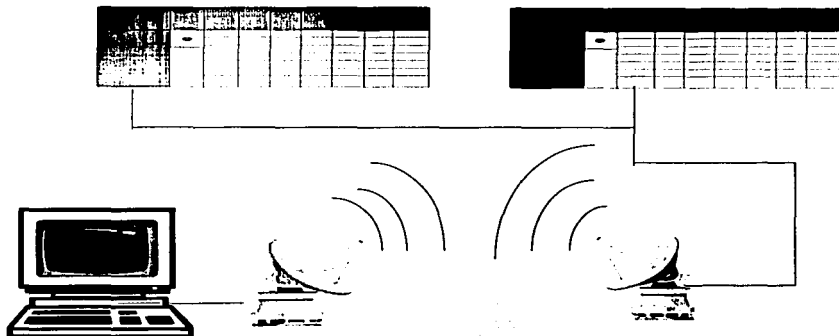
## **3.6 ORGANIZACIÓN Y DIRECCIONAMIENTO DE ARCHIVO DE DATOS.**

### ORGANIZACIÓN DE ARCHIVOS DE DATOS.

Los archivos de datos contienen el estado de la información asociada con entradas y salidas externas y todas las instrucciones que se utilizan en los archivos del programa de escalera principal y subrutinas. Además estos archivos



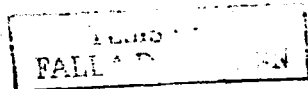
guardan información referente a la operación del procesador. Se pueden usar los archivos para guardar y monitorear las tablas de datos si es necesario.



Gráfica 3.7 Comunicación entre un PLC y un Módem

Archivos de datos residentes en la memoria del procesador:

- M0 Imagen de salidas
- M1 Imagen de entradas
- M2 Estado
- M3 Bit
- M4 Contador de tiempo (Temporizador)
- M5 Contador de eventos



### CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PLC MICROLOGIX 1500

- M6 Control
- M7 Enteros
- M8 Reservado
- M9 Ver nota

M10-225 Bit, temporizador, contador, control o enteros asignado como se requiera.

El archivo de datos puede ser usado para transferir en red. Si no existen SLC-500 en la red DH-485, el archivo 9 puede ser usado como archivo de datos ordinario si el procesador no está en red.

Los archivos de datos M0 y M1 residen en la memoria del módulo especial de entradas/salidas. En muchos de los casos pueden direccionarse estos archivos en el programa de escalera.

Los archivos G son el software equivalente a interruptor miniatura (Dip Switches). Los archivos G son accedidos y editados fuera de línea bajo la función de configuración entradas/salidas. La información es actualizada al módulo especial de entradas/salidas cuando está en modo de corrida de prueba.

Para el direccionamiento de archivos, cada archivo de datos según el tipo es identificado por una letra (identificador) y un número de archivo.

Los archivos del 0 al 7 son creados automáticamente por el sistema. Si necesitamos archivos adicionales, se pueden crear archivos especificando el identificador apropiado y el número de archivo del 9 al 255.

Este es aplicado solamente para archivos de bit, temporizadores, contadores, control y enteros.

En la Tabla 3.2 se muestra el tipo de archivo con su letra del alfabeto que le corresponde como identificador y el número de archivo que le corresponde:

Tipo de Archivo	Identificador	Número de Archivo
Salida	O	0
Entrada	I	1
Estado	S	2
Bit	B	3
Temporizador	T	4
Contador	C	5
Control	R	6
Enteros	N	7
Punto Flotante	F	8

Tabla 3.2 Tipos de Archivo de Fabricación

En la Tabla 3.3 se muestra el tipo de archivo definido por el usuario.

Tipo de Archivo	Identificador	Número de Archivo
Bit	B	9-255
Temporizador	T	9-255
Contador	C	9-255
Enteros	N	9-255

Tabla 3.3 Tipos de Archivo Definidos por el Usuario

## DIRECCIONAMIENTO DE ARCHIVOS DE DATOS

Los archivos de datos contienen elementos, algunos archivos de datos tienen 1 palabra de elemento o tres palabras de elementos, por lo cual tenemos que direccionar los elementos, palabras o bits.

## ARCHIVO DE DATOS 0 Y 1 PARA SALIDAS Y ENTRADAS EXTERNAS.

Los bits en el archivo 0 son usados para representar salidas externas. Los bits en el archivo 1 son usados para representar entradas externas. En muchos de los casos, una palabra de 16 bits en estos archivos corresponde a una ranura localizada en el controlador, con el número de bit. Correspondiente a la terminal de la entrada o salida. Los bits que no se utilizan en la palabra, no están disponibles para utilizarse.

RAIZ: Con este software, puedes cambiar la base de la tabla de datos de las salidas, entradas, bits y archivos de enteros de código binario, decimal, hex o ASCII para archivos de entradas y salidas el código binario se encuentra por default.

La gráfica 3.8 muestra el formato para direccionar las salidas y entradas.

**O:e.s/b**

**I:e.s/b**

Gráfica 3.8 Formato de Entradas y Salida.

Donde:

O = Salida

I = Entrada

: = Delimitador de elemento

TESIS CON  
FALLA DE COPIEN



### CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PLC MICROLOGIX 1500

e = Número de ranura ( decimal) Ranura 0 se aplica al procesador (CPU). Las siguientes ranuras son para entradas y salidas, numeradas de 1 al máximo 30.

(.) = Delimitador de palabra. Se utiliza solamente si un número de palabra es requerido.

S = Número de palabra ( Se utiliza si el número de entradas o salidas exceden 16 para una ranura. Rango 0-255.

/ = Delimitador de bit

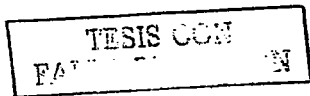
b = Delimitador de bit número de terminal (Entradas 0-15 salidas 0-15).

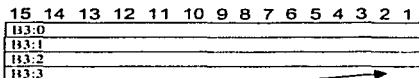
Ejemplos: Aplicables a la configuración mostrada en la pagina anterior.

O:3/15	Salida 15 ranura 3
O:5/0	Salida 0 ranura 5
O:10/11	Salida 11 ranura 10
I:7/8	Entrada 8 ranura 7
I:2.1/3	Entrada 3 ranura 2 palabra 1.

### ARCHIVO DATOS 3 PARA ARCHIVO DE BITS

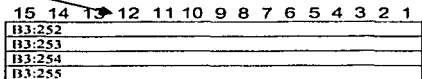
El archivo 3 es utilizado como archivo de bits, se utiliza principalmente para instrucciones de bit (lógica de relevador), cambios de registro y secuenciadores. El tamaño máximo de archivo es 256 solo una palabra de elemento, con un total de 4096 bits. Se pueden direccionar los bits especificando el número de elemento (0-255) y el número de bit (0-15) con el elemento. Además podemos numerar la dirección de los bits en secuencia del 0 al 4095.





Bit 14, elemento 3  
 Dirección B3:3/14  
 También puede ser  
 Indicado como bit 62  
 Dirección b3/62

Bit 0, elemento 252  
 Dirección B3:252/0  
 También puede ser  
 Indicado como bit 4032  
 Dirección b3/4032



La base de datos esta expresada en código binario, que es preestablecido por el sistema. Podemos cambiar este a decimal, hex o ASII.

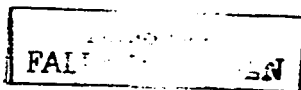
La gráfica 3.9 muestra el formato para direcciones los bits:

**Bf:e/b**

Gráfica 3.9 Gráfica formato de Bit 1

Donde:

**B** = Archivo de bit



### CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PLC MICROLOGIX 1500

.f = Número de archivo. El número 3 es el número de archivo preestablecido. Si se requiere archivos adicionales para guardar datos podemos tener del 10 al 255.

: = Delimitador del elemento.

E = Número del elemento Rango de 0 a 255. Estos son, 1 palabra de elementos, 16 bits por elemento.

/ = Delimitador de bit

b = Número de bit. Localización del bit con el elemento rango de 0-15.

### ARCHIVO DE DATOS PARA TEMPORIZADOR

Los Temporizadores tienen 3 palabras de elemento, la palabra 0 es una palabra de control, la palabra 1 guarda el valor preestablecido y la palabra 2 guarda el valor acumulado.

#### Elemento Temporizador

15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

En el dn	Usos internos	0
Valor preestablecido PRE		1
Valor acumulado ACC		2

#### Direccionamiento de bits

EN = Bit 15 habilitado

TT = Bit 14 Tiempo contando

DN = Bit 13 realizado.

#### Direccionamiento de palabras

PRE = Valor Preestablecido

ACC = Valor Acumulado.



Las direcciones se asignan como indica la gráfica 3.10:

# Tf:e

Gráfica 3.10 Formato de Temporizador

Donde:

T = Temporizador

f = Número de Archivo. El número 4 de archivo preestablecido. Si se requieren archivos adicionales para guardar datos podemos tener del 10 al 255.

: = Elemento delimitador.

e. = Número de elemento rango de 0 a 255 son 3 palabras por elemento.

Ejemplo:

T4:0 Elemento 0, Archivo Temporizador 4.

La dirección de los bits y palabras usan el formato Tf:e.s/b donde:

Ts:e = Se explica en la tabla anterior

. = Es el delimitador

s = Indica un sub-elemento

/ = Es el delimitador de bit.

.b = Indicador de bit.

TESIS CON  
FALLA DE CEMENTO

CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PLC MICROLOGIX 1500

T4:0/15	o	T4:/EN	Bit de tiempo habilitado.
T4:0/14	o	T4:0/TT	Bit de tiempo contando.
T4:0/13	o	T4:0/DN	Bit de tiempo realizado.
T4:0.1	o	T4:0/PRE	Valor preestablecido del Temporizador.
T4:0.2	o	T4:0.ACC	Valor acumulado del Temporizador.
T4:0.1/0			Bit 0 del valor preestablecido.
T4:02/0			Bit 0 del valor acumulado.

ARCHIVO DE DATOS ENTEROS

Estos elementos son de una palabra, direccionable para cada elemento y nivel de bit. La Tabla 3.3 muestra el Archivo de enteros

Archivo de Enteros

Elementos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N7:0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N7:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	495
N7:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N7:240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66
N7:250	0	0	0	0	0	0				

Tabla 3.3 Archivo de Enteros

Las direcciones se asignan como se indica en la gráfica 3.11 de acuerdo a este formato:

# Nf:e

Gráfica 3.11 Formato de Enteros

Donde:

N = Archivo de enteros

.f = Números de archivos. El número 7 es el número de archivo preestablecido.

Si se requieren archivos adicionales para guardar datos podemos tener del 10 al 255.

: = Elemento delimitador.

e. = Número de elemento rango de 0 a 255 son elementos de 1 palabras por elemento.

Ejemplo:

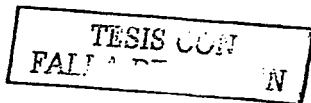
N7:2 Elementos 2, Archivo de enteros 7

N7:2/8Bit 8 en elemento 2, Archivos de enteros 7

N10:36 Elementos 36, Archivo de enteros 10 (El archivo 10 debe ser designado por el usuario).

## 3.7 PREPARACION E INSTALACION DE SOFTWARE

El software RS Linx es un sistema de comunicación entre el PLC y la PC es útil para poder "ver" desde una PC a cualquier equipo de Allen Bradley que se encuentre conectado (PLC, Terminal de monitoreo, etc.)



## HARDWARE y SOFTWARE REQUERIDO.

Para el uso efectivo sin problemas del RS Linx en la computadora personal se deben tener en cuanto los siguientes requerimientos de Software y Hardware.

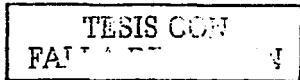
### Requerimientos de Hardware:

- ⇒ Se requiere computadora personal con Windows NT versión 4.0, Windows 95, o Windows 98 Instalado.
- ⇒ Un procesador Intel 486/66 o pentium con un mínimo de 16 megabytes de memoria RAM. Esta versión de RS Linx no puede ser ejecutado en procesadores Alpha, MIPS, o Power PC. La versión de Windows NT para un procesador diferente no es compatible.
- ⇒ Se requiere de 15 MB de espacio libre en el disco duro para la aplicación y también 20 MB de disco duro para aplicaciones especiales.
- ⇒ Pantalla de 16 colores super VGA con 800 por 600 con gran resolución.
- ⇒ Se requiere tarjeta de ethernet, o equipo de comunicación allen bradley o un cable de comunicación.

### Requerimientos de software.

RS Linx es solo soportado por los siguientes equipos:

- ⇒ Microsoft Windows NT versión 4.0 o anterior.
- ⇒ Microsoft Windows 95 con DCOM para Windows 95 instalado. El DCOM debe ser instalado antes que el RS LINX porque se instalan algunas herramientas en el software extraídas del Windows 95.



⇒ Microsoft Windows 98.

### INSTALACION.

Después de la instalación se recomienda verificar los temas de ayuda localizados en la sección destinada para esto. Para una correcta instalación se deben seguir los siguientes pasos:

⇒ Inicialice su PC.

⇒ Inicie el Windows, Se recomienda salir de cualquier otro programa antes de instalar el RS Linx.

⇒ Insertar el CD de RS Linx.

⇒ En Windows Start Menú, seleccionar Run.

⇒ Seleccionar el drive que contiene el CD RS LINX y oprimir OK.

⇒ Dar un doble Click en SETUP.EXE.

⇒ Siga los pasos que le indica en la instalación, como la introducción del número de licencia, se recomienda escoger una instalación típica y todas las opciones incluyen libros en línea.

⇒ Después de completa la instalación del RS LINX se quita el CD.

⇒ Se introduce el disco de 3 ½ " disco maestro. Este pide a donde se requiere mover la licencia de autorización se escoge la opción de A: a C: para tenerla instalada en nuestro disco duro.

### PROBLEMAS EN LA INSTALACION.

Si el RS LINX no corre debidamente entonces se verifican los siguientes puntos:





### CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PLC MICROLOGIX 1500

- ⇒ La computadora debe tener mínimo 16 Mb de RAM.
- ⇒ La computadora debe tener como mínimo 15 Mb de Disco Duro Libre.
- ⇒ La licencia no fue descargada y es necesaria tenerla en disco duro.

El procedimiento de instalación de software es el mismo para los siguientes programas:

- ⇒ RS LOGIX
- ⇒ PANEL BUILDER

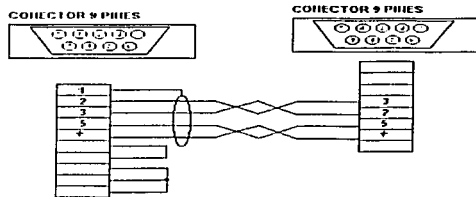
Si la Licencia no es descargada en el disco duro los programas no corren y no se puede trabajar en ellos con la excepción. El Panel Builder no requiere licencia de operación.

### PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Si el equipo se encuentra listo y el software esta instalado para las pruebas de funcionamiento, se requiere conectar físicamente la PC con el PLC a través de un cable serial de las características que se indican en la gráfica 3.12:

Al conectar el cable de comunicación se inicializa el RS LINX instalado en la computadora se obtiene una pantalla en la cual tiene opciones de comunicación en este caso se deben seguir los pasos para poner en línea el equipo con la PC:

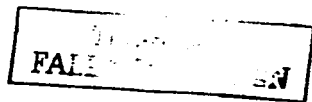
- ⇒ En el Menú principal se escoge "Comunicación".
- ⇒ Después " Configure Drivers".
- ⇒ En la opción de listado "Available Driver Types" se escoge de entre todos



Gráfica 3.12 Cable serial de comunicación PLC -PC

"RS232 DF1 Devices".

- ⇒ Se oprime el botón " Add New".
- ⇒ Se oprime el botón " Configure", en las opciones "Comm Part" se escoge " COM 1" (si se tiene otro direccionamiento se escoge, la mayoría de las computadoras tienen por default el puerto serial en el COM 1" la opción " Device" se escoge "SLC-CH0".
- ⇒ Oprimir el botón " Autoconfigure".
- ⇒ Se oprime el botón " Close".

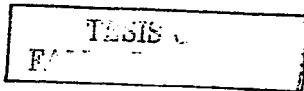


⇒ Se da doble Click en el icono que aparece con la leyenda "RS485" en ese momento seguramente estamos en línea y aparece el icono del PLC.

### Inicio de RS Logix

Se inicia el RS Logix cuando la pantalla principal se abre se siguen los pasos para determinar su buen funcionamiento:

- ⇒ En el Menú principal se escoge " File" y "New".
- ⇒ Pide el sistema el procesador en este caso se elige " Bul 1764 Micrologix 1500 LRR serie C".
- ⇒ Driver " AB- DF1".
- ⇒ Procesor Node " 1".
- ⇒ Se cierra esa ventana y en la parte izquierda de la pantalla aparece un menú se elige " Controller" y además " I/o Configuration".
- ⇒ Se escogen las tarjetas como indica al diagrama eléctrico y se insertan en el slot que les corresponde como sigue:
  - Slot 1 1769- B16
  - Slot 2 1769- OF2
  - Slot 3 1769- IA16
  - Slot 4 1769- OA8
- ⇒ Se cierra esa ventana se abre el comando " Data Files" y "Output".
- ⇒ Se oprime el botón "Forces".
- ⇒ Se coloca un número "1" en la dirección de cada una de las salidas digitales las cuales deben activar el equipo que se encuentra conectados por ejemplo: se



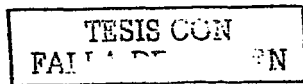
busca con el cursor la salida O:0/2 se escribe un número "1" se oprime "enter" en ese momento se debe energizar la lámpara con la leyenda "Quemador encendido"

- ⇒ Después de hacer la prueba y verificar el correcto funcionamiento de todas las salidas se oprime el botón de " Remove Forces".
- ⇒ Nunca debe dejar señales forzadas por seguridad del equipo y del personal operario.
- ⇒ Las entradas del equipo se prueban enviando la señal de cada botón, sensor o cualquier equipo conectado a dicha entrada.

#### Inicio del Software Panel Builder

Sé inicializa el Panel Builder abriendo desde la computadora desde:

- ⇒ Inicio.
- ⇒ Programas.
- ⇒ Rockwell Software.
- ⇒ Panel Builder 32.
- ⇒ Panel Builder 32.
- ⇒ File.
- ⇒ New.
- ⇒ Se introduce el nombre de la aplicación cuando es nueva en este caso " Tesis".
- ⇒ Type " PV 600".
- ⇒ Protocol " DF1 ".
- ⇒ " Keypad & Touch".



- ⇒ Sin dibujar nada en pantalla se abre en el menú principal "File" y "Download".
- ⇒ Se debe descargar sin ningún problema la pantalla en blanco hacia la Terminal de monitoreo.

La comunicación de la Terminal de monitoreo con la computadora se debe realizar con un cable cuya configuración se muestra en la gráfica 3.13 el cable es exactamente el mismo para comunicar el PLC con la Terminal de monitoreo.

Recuerde que para que las pruebas al Software funcionen correctamente se debe tener conectado el PLC y la Terminal de monitoreo a la computadora además de haber iniciado el RS Linx.

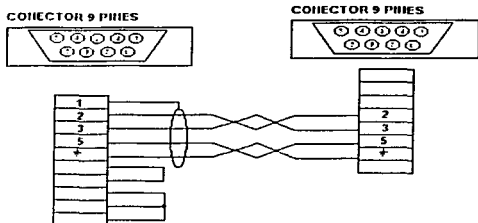
Después de las pruebas al Software se reafirma el buen funcionamiento y se encuentra el sistema listo para programar el equipo.

### **3.8 INSTRUCCIONES DE PROGRAMACIÓN**

Se tienen como formas de programación dos opciones más comunes en el mercado, la primera es por el programador manual (Hand Held) y la otra es por programación de escalera. La primera solo se menciona brevemente porque para este trabajo de tesis se utilizara la programación de escalera.

#### **EL PROGRAMADOR MANUAL.**

El programador manual (Hand Held) es una especie de pequeña pantalla manual con teclas de funciones en las cuales se puede formar un programa de

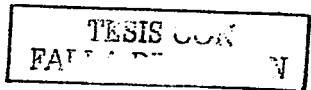


Gráfica 3.13 Cable de comunicación PC-Terminal de monitoreo y Terminal de monitoreo -PLC

contactos abiertos, cerrados, temporizadores, contadores, etc. Todo con el fin de hacer una secuencia lógica que sea adecuado a las necesidades del equipo, las instrucciones básicamente son las mismas la diferencia es el tiempo de programación en este tipo de equipos es mucho más tardado en programación, detección de una falla o simplemente revisión del mismo.

### LA PROGRAMACION DE ESCALERA

Aquí estudiaremos la operación de un programa de escalera. Esta información es básica para entender la interpretación de los programas para los nuevos usuarios. La programación de escalera que se carga en la memoria del controlador contiene instrucciones tipo bit que representan equipos externos configurados como entradas y salidas.



Como el programa es revisado durante la operación del controlador, el cambio de estado encendido/apagado de las entradas será aplicado al programa y de acuerdo a las instrucciones programadas se energizarán y desenergizarán las salidas de los equipos a campo.

Para entender como trabaja el programa de escalera a continuación se muestra el uso de las instrucciones bit (lógica de relevador).

### PROGRAMACION DE ESCALERA BASICA.

En este caso se ilustran las tres instrucciones básicas de bit.

----- ] [ -----

Revisar si el contacto está cerrado (XIC).- se le conoce como contacto normalmente abierto de un relevador. Para esta instrucción nosotros preguntamos al procesador a través del programa: "Revisa si el contacto está cerrado".

----- ] / [ -----

Revisar si el contacto está abierto (XIO). - Similar a un contacto normalmente cerrado de un relevador. Para esta instrucción nosotros preguntamos al procesador a través del programa: "Revisar si el contacto está abierto".

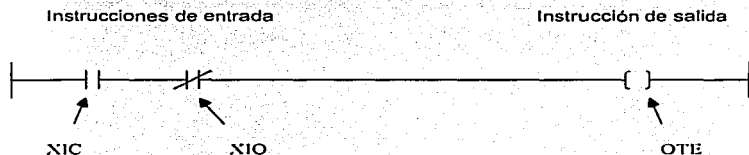


Salida energizada (OTE). - Similar a la bobina de un relevador. El procesador hace la instrucción verdadera cuando las instrucciones XIC y XIO en el escalón son verdaderas.

Debemos tomar en cuenta que la operación de estos contactos es parecida a los contactos de un relevador solo para cuestiones didácticas y entender el concepto.

Un programa de escalera consta de escalones individuales, cada uno tiene una o más instrucciones de entradas y una instrucción de salida.

El escalón que se muestra en la gráfica 3.14 tiene dos instrucciones de entrada y una instrucción de salida. Una instrucción de salida debe aparecer siempre del lado derecho del escalón. Las instrucciones de entrada aparecen del lado izquierdo del escalón.



Gráfica 3.14 Ejemplo Diagrama de Escalera



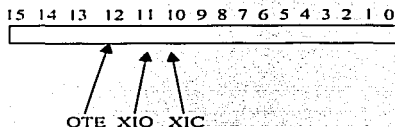
CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PLC MICROLOGIX 1500

XIC = Revisa si esta cerrado Dirección B3/10

XIO = Revisa si esta abierto Dirección B3/11

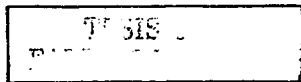
OTE = Energiza salida. Dirección B3/12

Cada instrucción de la gráfica 3.14 tiene asignada una dirección. Esta dirección identifica una localidad en el archivo de datos del procesador donde se indica el estado de la instrucción. Las direcciones de las instrucciones anteriores indican el archivo de datos # 3, bits 10,11 y 12.



El diagrama anterior, se indica que el bit 10 tiene un valor lógico de 1, el bit 11 tiene un valor lógico de 0 y el bit 12 tiene un valor lógico de 1. El estado lógico indica si una instrucción es verdadera o falsa como se indica. El estado de las instrucciones es:

Si	XIC	XIO	OTE
Datos de Bits es	Revisa cerrado	Revisa abierto	Salida
energizada	-----] [-----	-----]/[-----	-----( )-----
Lógica 0	Falso	Verdadero	Falso
Lógica 1	Verdadero	Falso	Verdadero



El estado verdadero/Falso de las instrucciones es básico para la operación de un controlador.

Durante la operación del controlador, el procesador revisa cada escalón, cambiando el estado de la instrucción de acuerdo a la lógica consecutiva de los escalones. Más claramente las instrucciones de entrada actualizan las condiciones bajo las cuales el procesador hará una instrucción de salida verdadera o falsa. Estas condiciones son:

- ⇒ Cuando el procesador encuentra una instrucción verdadera en el escalón, la instrucción de salida OTE permanecerá verdadera. Entonces se considera que las condiciones del escalón son verdaderas.
- ⇒ Cuando el procesador no encuentra una instrucción verdadera en el escalón, la instrucción de salida OTE permanecerá falso. Entonces se considera que las condiciones del escalón son falsas.

Instrucciones básicas de programación.

En esta sección conoceremos las instrucciones de programación como:

- ⇒ Instrucciones de Bit.
- ⇒ Instrucciones Temporizador y contador.
- ⇒ Instrucciones de comparación.
- ⇒ Instrucciones matemáticas.

Instrucciones de Bit.

Estas instrucciones son las siguientes:

- ⇒ Revisar si está cerrado (XIC)



**Energiza la salida OTE.**

Output energize                      OTE                      Instrucción de salida

Formato: -----( )-----

El estado de esta señal se indica en la terminal de salida cableada al equipo, se refleja en el archivo de datos bit para la dirección especificada. Esta instrucción no es mantenida.

**Salida Mantenido, Salida Desactivada.**

Output Latch, Output Unlatch      OTL, OTU      Instrucción de salida

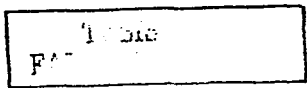
Formato: -----( L )-----                      -----( U )-----

Este tipo de instrucciones son mantenidas se utilizan comúnmente juntas. Cuando se asigna una dirección a una salida OTL que corresponde a una terminal en un módulo de salidas, esta salida estará activada encendida cuando el bit en la memoria esta colocado.

Una instrucción OTU con la misma dirección que la instrucción OTL desactiva el valor de bit apagado en la memoria.

**Instrucciones Temporizador y Contador.**

Las instrucciones de Temporizador y contador tienen 3-palabras en el archivo de datos. La palabra 0 es la palabra de control, la cual contiene el estado de bits de esta instrucción. La palabra 1 es el valor preestablecido. La palabra 2 es el valor acumulado. Para un Temporizador el valor acumulado es la cantidad de tiempo que cuenta la instrucción de acuerdo al tiempo base determinado.



Para el contador el valor acumulado es el número de transiciones de falso a verdadero que ocurre en la instrucción.

Cuando el valor acumulado es igual o mayor al valor preestablecido, un bit de estado es activado. Este bit puede ser utilizado para energizar una salida.

El rango de operación para los valores preestablecido y acumulado de un Temporizador son 0 a 32767.

El rango de operación para los valores de preestablecido y acumulado de un contador son -32768 a 32767.

### Temporizadores TON, TOF, RTO.

Estado de bits.- La palabra de control para un Temporizador contiene 3 bits de estado como se indica a continuación. Estos bits solo se accesan en la palabra de control.

15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

.en tt dn	Uso interno
Valor preestablecido	
Valor acumulado	

EN = Bit de Temporizador habilitado

TT = Bit de Temporizador contando

DN = Bit de Temporizador tiempo transcurrido.

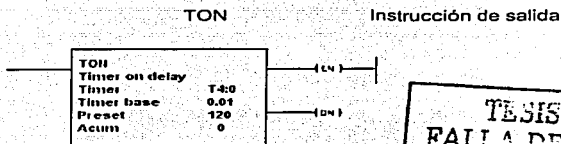
Tiempo base.

Es la base de tiempo para la cuenta y puede ser seleccionable como 0.01 segundos o 1 segundo.

TEMPORIZADOR AL ENERGIZAR(TIMER ON-DELAY) TON.

En la gráfica 3.15 se muestra el formato de un Temporizador al energizar (Timer On Delay). La instrucción TON comienza a contar en intervalos de acuerdo a la base de tiempo, tanto tiempo como la condición del escalón se mantenga verdadera.

El Temporizador actualiza el valor acumulado (ACC) hasta que este alcance el valor preestablecido (PRE). El valor acumulado es restablecido cuando la condición en el escalón se hace falsa.



Gráfica 3.15 Formato Para TON

El bit (DN) es colocado cuando el valor acumulado es igual al valor preestablecido y es restablecido cuando la condición del escalón es falsa. El bit de



El bit de tiempo contando (TT) es colocado cuando la condición del escalón es verdadera y el valor acumulado es menor que el valor preestablecido. En este Temporizador el valor acumulado debe ser restablecido con la instrucción (RES), esta debe tener la misma dirección que la instrucción (RTO).

### CUENTA HACIA ARRIBA (CTU), CUENTA HACIA ABAJO (CTD).

En la gráfica 3.17 se muestra el formato de un contador hacia arriba y otro hacia abajo. Las instrucciones cuenta hacia arriba y cuenta hacia abajo se ejecutan cuando tenemos un cambio de falso a verdadero. Este cambio puede ocurrir en el programa cuando se tiene una señal en un sensor o al activar un interruptor de límite.

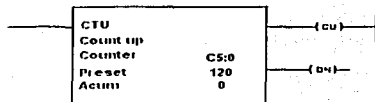
La cuenta se puede realizar en intervalos de tiempo muy largos a inmediatos lo importante es realizar el cambio de falso a verdadero y el contador realizara un salto al número siguiente. Cada cuenta es mantenida cuando la instrucción se hace falsa. La cuenta es mantenida hasta que una instrucción RES es utilizada para restablecer el valor acumulado, la instrucción RES debe tener la misma dirección del contador.

Cada instrucción del contador tiene un valor preestablecido, un valor acumulado y una palabra de control asociada con bits.



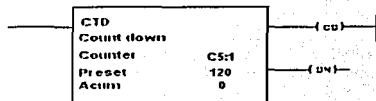
CTU

Instrucción de salida



CTD

Instrucción de salida



Gráfica 3.17 Formato para CTU y CTD

La palabra de control para un contador tiene 6 bits de estado como se indica a continuación.

15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

Cu	cd	dn	ov	un	ua	No usado								
Valor preestablecido														
Valor acumulado														

CU = Bit de cuenta hacia arriba habilitado.

CD = Bit de cuenta hacia abajo habilitado.

DN= Bit de cuenta terminada.

OV = Bit de cuenta rebasada habilitado.

UN = Bit de cuenta no rebasada habilitado.

UA = Actualizar valor acumulado.

TESIS CON  
FALTA DE PAGOS

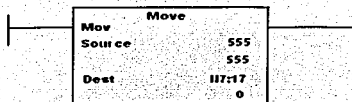
Instrucciones de comparación.

Estas se consideran instrucciones de entrada, las cuales permiten comparar valores de datos y tenemos las siguientes.

- ⇒ Igual (EQU)
- ⇒ Diferente (NEQ)
- ⇒ Menor que (LES)
- ⇒ Menor que o igual (LEQ)
- ⇒ Mayor que (GRT)
- ⇒ Mayor que o igual (GEQ)
- ⇒ Límites (LIM)

MOVER (MOVE)

La gráfica 3.19 muestra el formato de la instrucción Move.



Gráfica 3.19 Formato para la Instrucción Mover

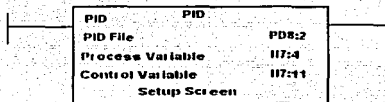
El dato fuente (Source) es la dirección de los datos que usted quiere mover, esta puede ser una constante.

El dato destino (dest) es la dirección que identifica donde los datos serán movidos.

Cuando condiciones del escalón que preceden esta instrucción son verdad, la Instrucción "MOV" mueve una copia de la "fuente" al "destino". El valor original permanece intacto y solo cambia si lo hace la "fuente".

### INSTRUCCIÓN PID

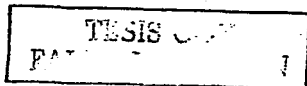
En la gráfica 3.19 se muestra el formato de la instrucción PID.



Gráfica 3.19 Formato Para Instrucción PID

El Archivo PID.- Si no ha definido un archivo tipo PD para que se almacenen sus datos automáticamente se creará. La longitud del archivo está fija en 23 palabras. Los archivos de PD reemplazan por completo al archivo mando de un archivo anterior.

La Variable de Proceso PV. - La dirección del elemento que guarda el proceso introduce el valor. Esta dirección puede ser la colocada de la palabra de entrada analógica dónde el valor de la entrada A/D se guarda. Usted también



### CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DEL PLC MICROLOGIX 1500

puede entrar en una dirección del entero si se escoge pre-escalado el valor de la entrada al rango 0-16383.

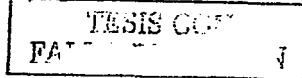
La Variable de Control CV. - La dirección del elemento que guarda el rendimiento de PID. Los rangos de valor de rendimiento de 0-16383 con 16383 que son los 100% "EN" el valor. Este normalmente es una dirección del entero, para que usted pueda escalar el PID del rango de rendimiento al rango analógico particular que su aplicación requiere.

Esta instrucción se usa para controlar las propiedades físicas como la temperatura, la presión. El nivel líquido, o proporción de flujo del proceso.

La instrucción de PID normalmente controla usando las entradas de un módulo de las entradas analógico y proporcionando un rendimiento el módulo del rendimiento analógico como una respuesta para sostener un proceso eficazmente constante a un punto fijo deseado.

La ecuación de PID controla el proceso enviando un signo del rendimiento al actuador. El mayor error entre el punto fijo y el proceso la entrada variable, lo hace la señal más grande de salida realizando un bajo rendimiento y viceversa. El resultado del cálculo de PID (el mando variable) manejará el proceso variable y se está controlando hacia el punto fijo.

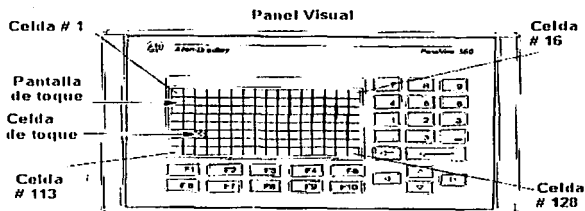
La instrucción de PID puede operarse en el modo cronometrado o el modo de STI. En el modo cronometrado, la instrucción pone al día su rendimiento periódicamente a una proporción seleccionable por el usuario. En el modo de STI, la instrucción debe ponerse en un STI interrupción subprograma. Pone al día su



rendimiento entonces cada vez que el subrutina de STI se examina. Los STI cronometran el intervalo y los PID doblan la proporción de actualización.

### 3.9 PROGRAMACIÓN DE PANTALLAS

En la gráfica 3.20 se muestra un Panel de la terminal de monitoreo con teclado y Pantalla de toque (Touch screen).

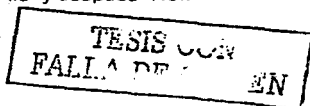


Gráfica 3.20 Panel de la Terminal de Monitoreo

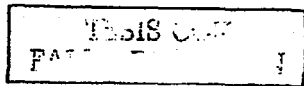
Para crear una aplicación en el software "Panel Builder" se siguen los pasos que a continuación se muestran previamente debe haber una comunicación entre la terminal de monitoreo y el RS Linx iniciado en la computadora personal.

Para crear y abrir una nueva aplicación:

1. Haga click en el menú superior en donde se lee "File" y después "New"



2. En "Aplicación Name" introduzca el nombre de la aplicación con máximo de 32 caracteres, cuando se salve la aplicación se podrán ver solo ocho caracteres y con la extensión .PBA.
  
3. En "Project Name" se escribe el nombre del proyecto el cual no puede comenzar con números y tampoco puede tener espacios. Este nombre se utiliza en dar de alta los Tags que se utilizan y para diferenciar de otras aplicaciones. Además ese será su distintivo en caso de encontrarse en red con otros equipos.
  
4. En "Terminal Name" se introduce con un máximo de 32 caracteres el nombre de la terminal para distinguirla si se tienen otras terminales conectadas.
  
5. En la parte de abajo de la ventana de "New Application" se tiene que escoger el tipo de Terminal de monitoreo que se está utilizando primero por el tipo que en este caso es un PV 600 con toque en pantalla (Touch) esto quiere decir que es una Terminal de monitoreo modelo 600 con Funciones en pantalla. Además se debe seleccionar el número de modelo de una lista contenida ahí mismo y por último el número de puertos que contiene el equipo.
  
6. Por último se oprime el botón "OK". Debe aparecer una pantalla en blanco con el nombre de la aplicación. En ese momento se está listo para la nueva aplicación.



### **Abrir una aplicación existente.**

Para abrir una aplicación de las últimas cuatro que se utilizaron en el software solo se abre el comando "File" del menú principal y ahí aparecen solo se le da doble Click en la aplicación que se requiera abrir.

Para abrir otra aplicación se debe:

1. Oprimir en el menú principal "File" y después "Open" , aparece una ventana que del lado izquierdo muestra todos los archivos con la extensión PBA. Y del lado derecho todas las carpetas incluidas en la PC para buscar entre ellas el archivo que requerimos.
2. Se localiza el archivo requerido y se da doble click.
3. Se abre una ventana de dialogo si es que se tiene otra aplicación abierta en donde pregunta si se está seguro de cerrar la aplicación presente para abrir la nueva que se está llamando.
4. Cuando la aplicación es abierta se tiene una ventana con los nombres de todas las pantallas que contiene esa aplicación se debe dar doble click para abrir cualquiera de ellas.

### **Crear Una Nueva Pantalla.**

Para crear una pantalla de trabajo se siguen los pasos:

1. En el menú principal oprimir en " Screen" después "New" ahí mismo aparece una ventana que pide el nombre de la ventana el número que se le quiera asignar si este parámetro no se mueve lo sigue dando consecutivo

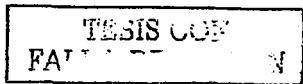
automáticamente y también se puede modificar el color de fondo de la pantalla en la sección que dice "Background".

2. El nombre de la pantalla no puede sobrepasar 32 caracteres.
3. Si se aceptan números o cualquier nombre representativo de la pantalla.
4. EL color del fondo por default es negro pero se le puede aplicar cualquiera de la barra de colores incluida.
5. Se oprime el botón de "OK".
6. De igual manera se puede abrir una pantalla existente en la memoria de la PC con el comando del menú principal "Screen" y "Open".
7. Para Salvar la aplicación se va al menú principal "File" y "Save As" se selecciona la carpeta para grabar la aplicación y se oprime el botón "OK".
8. Para cerrar la aplicación en el menú principal se elige "File" y "Close".

### Creando Objetos.

Para crear un objeto en una área determinada se puede usar la siguiente técnica.

1. Escoja un objeto en el menú "Objects" y haga click en el que requiera. En esta opción se puede tener un botón, selector, display numérico, mensaje, gráfica, texto, etc.
2. Ponga en posición con el mouse de la computadora y suéltelo cuando este en el lugar indicado.





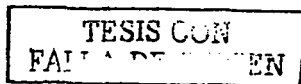
3. Utilice el puntero del mouse para dar el tamaño que se requiere al objeto. Si lo prefiere puede dejarlo en el tamaño que tiene por default.
4. Para traer cualquier otro objeto deje el primero en su lugar y repita los pasos.
5. Para salir del modo de objeto oprima el botón del mouse o presione la tecla escape. Para cada uno de los objetos colocados en la pantalla se muestra la identificación del objeto número asignado por el Software "Panel Builder", Las coordenadas de localización de cada objeto (X ,Y., alto y largo) en pixeles y el tipo de objeto.

#### Alineación de los Objetos.

Para alinear objetos se utiliza la herramienta en el menú principal "Arrange" y "Align" en donde se puede alinear los objetos seleccionándolos todos al mismo tiempo con el puntero del mouse y se escoge que tipo de alineación se quiere a la izquierda a la derecha o central. Los objetos localizados en la pantalla solo se pueden alinear con respecto al punteado que tiene la pantalla recuerde que estamos trabajando con un pantalla de tacto.

#### Creando Botones Pulsadores.

Todos los botones pulsadores se activan cuando se toca la pantalla se debe de cuidar no encimar los objetos para el correcto funcionamiento. Para crear un botón pulsador se deben seguir los pasos:



### CAPÍTULO 3 DESCRIPCION DEL PLC MICROLOGIX 1500

1. En el menú principal se elige la opción "Objects", después "Push Bottons" y debe de escoger en una lista el tipo de botón entre los siguientes:  
Momentary.- Botón de tipo momentáneo que se pulsa, envía señal, se suelta y deja de enviar señal, solamente funciona cuando se mantiene pulsado el botón.  
Maintained.- Botón de tipo mantenido que se pulsa para enviar señal aunque se suelte sigue funcionando y deja de enviar señal cuando se vuelve a pulsar.  
Latched.- Botón de tipo sostenido similar al botón mantenido que necesita de una acción para activarse y de otra acción para desactivarse la diferencia que este botón se puede accionar y soltar con pulso eléctrico y pulsando físicamente.  
Multistate.- Este Botón multiestado el cual obedece a acciones diferentes, puede enviar varios números de estado para realizar diferentes acciones.
2. Con el puntero del Mouse se puede agrandar o disminuir el tamaño de del botón.
3. Para colocar otro botón se debe hacer a un lado el puntero de mouse y volver ha hacer Click en el nuevo lugar.
4. Hacer click en el botón derecho del mouse para salir de este modo o escoger otra herramienta.

Las propiedades de los botones se pueden modificar dando doble click al botón directamente, se pueden modificar los siguientes parámetros:

#### Propiedades

Tipo.- Tipo de botón momentáneo, mantenido, sostenido o multiestado.

Escribir.- Escoger entre un simple bit o un valor.

Formato.- Escoger Tipo de señal Bit, Entero Punto flotante.

Llave de función.- Solo con teclas de función en la Terminal de monitoreo se puede activar esta, determina el número de tecla a oprimir para es botón.

Estado inicial.- Indica en que posición queremos que se encuentre el botón al momento del encendido.

Contact.- Indica el tipo de contacto abierto o cerrado para el botón.

Edit Tag.- Indica el tag que esta ligado al botón donde se descarga la acción de este.

Estados.- solo Incluye opciones de las opciones de los estados del botón, se pueden ver dos estado solo en el multiestado se pueden usar varios (hasta 15 estados como máximo) ahí es donde se colocan las leyendas que aparecen de acuerdo al estado que prevalece.

#### Controles de Entrada Numéricos.

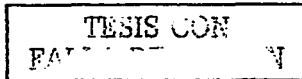
Para un objeto de entrada para números se pueden crear de la siguiente forma:

1. En el Menú principal elegir " Objects" y "Numeric Entry".
2. Se tienen dos opciones el "Punto de Cursor" y "Habilitar Teclado".
3. Se hace doble click sobre el control y aparecen las propiedades:

Tipo.- Se escoge cualquiera de los dos tipos

Llave de función.- Solo en caso de tener una terminal de monitoreo con teclas se escoge la que activara este control.

Etiqueta de escritura (Write Tag) .- Se coloca la etiqueta que escribirá en la pantalla.



Etiqueta de notificación(Notificación Tag).- Se coloca la etiqueta que avisa que esta llegando un valor nuevo al control, con un valor "1" u oprimiendo enter.

Etiqueta manos hábiles (Handshake tag).-La terminal automáticamente limpia la notificación de etiqueta cuando esta función se hace presente.

Anchura de campo (Field Width).- Aquí se especifica el número de espacios que contendrá el control.

Punto decimal (Decimal Point).- Se especifica cuantos espacios despues del punto decimal se requiere con la opción "Fixed"(arreglo) y con la función "Keypad controler"(control con teclado) es automático el tamaño.

Etiqueta de Pantalla (Display Tag).- Se coloca la etiqueta que aparecerá en la pantalla.

#### Selectores de pantalla.

Para poder navegar en las diferentes pantallas que se programen se debe seleccionar este tipo de botones. Para llegar hasta estas instrucciones se va al menú principal se escoge "Objects" y "Screen Selectors" y cualquiera de las opciones siguientes:

Botón ir a pantalla (Go to screen boton). - En donde se traslada a una de las pantallas que se encuentran en el panel programadas.

Botón ir a pantalla de configuración (Go to Config Screen Boton).- Para llegar a la pantalla de configuración de la Terminal de monitoreo, para cambiar el tipo de comunicación el brillo o contraste, verificar memoria libre, etc.

Botón regresar a la pantalla (Return Screen Boton).- Botón para regresar a la pantalla anterior.

Lista selección de pantalla (Screen List Selector).- Para escoger dentro de una lista de pantallas a la que se requiera transportarse. Se tiene la opción de colocar flechas de navegación y la tecla de entrar, esta opción es para cuando el número de pantallas es muy grande. Se puede realizar hasta 254 espacios.

### Gráficas de Barras, Indicadores, Desplegadores Numéricos.

Para crear una gráfica de barras se debe abrir el Menú principal en "Objects" y "Graphic Indicators" y "Bar Graph" , se coloca el objeto en su lugar y se oprime doble Click para entrar a las propiedades y se ven los siguientes parámetros:

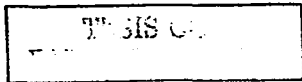
Llenado desde (Fill from). La forma de llenar la gráfica de barras, "Left" (izquierda) de izquierda a derecha. "Right" (derecha) de derecha a izquierda, "Top" ( Arriba) de arriba hacia abajo, "Bottom" (abajo).- de abajo hacia arriba.

Rango (Range)- Determinar el rango de operación de la barra entre un nivel máximo y mínimo. Los rangos son determinados como lo muestra la gráfica 3.21.

Leer etiqueta (Read Tag). - Se lee el dato que comanda la gráfica 3.21.

### Escalas para gráfica de barras.

Para elegir este tipo de se ve el menú principal se hace click en "Objects", "Graphic Indicators" y "Scales" se escoge como se requiere la escala " Linear" o "Circular" se oprime doble click en el objeto para entrar a sus propiedades:



Valor de Rango Min. Y Max.	Tipo de dato
0 a 9,999	4BCD
-32768 a 32767	Entero con signo
0 a 65535	Entero sin signo
-99,999,997,952 a 999,999,995,904	Punto Flotante

Gráfica 3.21 Rangos de Gráficas de barras

Localización (Location) - Se puede colocar la escala como se requiera en la izquierda, derecha, arriba o abajo. Por último se oprime "OK".

Para colocar etiquetas en las escalas se coloca usando el menú principal "Objects" y "Text".

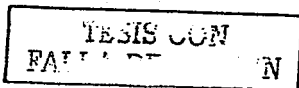
#### Desplegador Numérico.

Para un Desplegador numérico se va al menú principal se oprime "Numeric Data Display" y se oprime doble Click para entrar a las propiedades del objeto colocado donde se tienen los siguientes parámetros:

Dígitos (Digits). - Donde se define el número de dígitos que llevara nuestro desplegador.

Punto decimal (Decimal Point).- Se determina el número de espacios después del punto decimal.

Leer etiqueta (Read Tag).- Para que el sistema pueda saber de donde sacara la información a desplegar.



### Lista Indicadora

Para crear una lista indicadora se va al menú principal se selecciona "Objects", "Indicators" y se selecciona multiestado o lista. Cuando se tiene el objeto colocado en su sitio se oprime doble Click y se pasa a la tabla de propiedades:

Leer (Read). - Para escoger el tipo de parámetro que se va a leer se tienen opciones de un simple bit, el bit menos significativo y un Valor.

Formato de datos (Data Format).- Para saber que tipo de datos llegaran con signo, sin signo, hexadecimal, octal, binaria, etc.

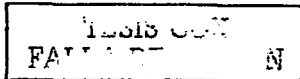
Leer etiqueta (Read Tag).- Para saber de donde tomar el dato.

Estados (States).- Para dar la apariencia que se requiere a cada estado, el color, el tipo de letra, el texto, etc.

### Creación de Alarmas.

Una bandera de alarmas se debe crear por separado de las pantallas de la aplicación, este tipo de alarmas se sobrepone a todos los objetos que se encuentran en la pantalla y se quita hasta que se reconoce la falla. Se puede llevar un histórico de fallas para saber los últimos 25 eventos ocurridos como alarma.

Para crear una bandera de alarmas se accesa el menú principal se selecciona "Screen" después "Create Alarm Banner" en ese momento se crea la pantalla de alarmas. La pantalla creada ya contiene su botón de borrar fallas.



De igual manera se pueden anexar más botones a la pantalla de alarmas con el menú principal seleccionar "Objects" y "Alarm Buttons", en donde aparecen los siguientes:

Reconocer (Acknowledge).- Para al oprimirlo avisarle al procesador que estamos enterados que existe una falla.

Borrar (Clear).- Para borrar de la lista de fallas la última ocurrida.

Imprimir (Print).- Imprimir en papel la falla que ocurrió.

Borrar historico (Clear History).- Para borrar toda la lista de fallas guardada en la pantalla de histórico de fallas.

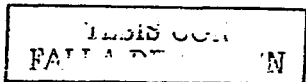
Imprimir historico (Print History).- Imprimir en papel el histórico de fallas completo.

Reconocer todo (ACK All).- Botón para reconocer todas las fallas ocurridas.

#### Despliegue Mensajes de Alarma.

Para tener acceso a los mensajes que aparecen en las alarmas se debe seleccionar el recuadro en la pantalla de alarmas y darle doble Click escoja el renglón correspondiente y escriba el texto que necesite que aparezca en el Tag de alarma que se esta determinado. Y por último oprima el Botón de OK.

Para crear un histórico de fallas se debe llamar el menú principal y escoger "Objects" después "Alarma List" se creara un objeto con las características del recuadro en donde aparecen la fecha y la hora se le oprime doble Click para que aparezca una ventana de Lista de histórico de alarmas (Alarm History List).





En donde se debe señalar de entre una lista los parámetros que se necesiten:

- ⇒ Fecha de alarma (Alarm Date)
- ⇒ Hora de alarma (Alarm Time)
- ⇒ Reconocer fecha (Acknowledge Date)
- ⇒ Reconocer hora (Acknowledge Time)
- ⇒ Valor de la alarma (Alarm Trigger Value)

También se selecciona el tamaño del texto y las líneas que requiere que ocupe por evento con un máximo de 9 líneas. Se debe seleccionar flechas de arriba y abajo y una tecla de entrar para navegar en la lista.

Disparo de alarma (Alarm Triggers). - En esta ventana se deben de dar de alta los tags que aparecen en la lista de alarmas como un reconocimiento

Alarma (Alarm).- En esta ventana se repiten los tags para que aparezcan en la lista de alarmas si alguna de estas lista no es actualizada no aparecerán en las alarmas ocurridas.

### Gráficos.

En las pantallas para la Terminal de monitoreo se pueden adicionar elipses, líneas, círculos, rectángulos, cuadrados, polígonos y formas libres; además se pueden importar imágenes creadas en otros programas. Para poder insertar un Gráfico en la pantalla se posiciona en el menú principal "Objects" y "Graphics" entonces aparece una ventana que nos deja elegir de: Línea (Line), Línea de

conexión (Connecting Line), Rectángulo (Rectangle), Elipse (Elipse), Círculo (Circle), Forma libre (Freeform), Texto (Text), Gráfica (Graphic Image).

#### Formato de Objetos y Texto.

El formato de los objetos que se insertan en las pantallas puede cambiar para que la apariencia sea diferente se elige el menú principal "Format" y después se tiene las siguientes opciones:

Parpadeo (Blink).- En donde el objeto afectado por este comando se hace intermitente.

Botón arriba/fondo (Toggle fore/background).- En donde se le da un formato al objeto como si estuviera presionado o sobresaliente.

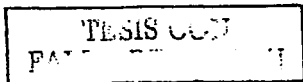
Llenado principal (Fill Pattern).- En donde el formato cambia el relleno principal del objeto en cuestión.

Tipo de línea (Line Type).- Varios tipos de línea desde la línea punteada o continua.

Forma (Shape).- Se puede escoger entre varias formas de rectángulo, círculo y elipse, cuando se tiene un objeto ya en pantalla se le cambia la forma como se requiera entre estas tres.

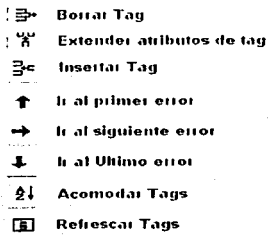
#### Trabajando con Etiquetas (TAGS).

En el funcionamiento de la Terminal de monitoreo reconoce las direcciones de los botones como Etiquetas (Tags) y a su vez las etiquetas están dirigidos a



una dirección de PLC para que este interactúe directamente con los equipos de campo, entonces se debe dar de alta las etiquetas en la Terminal de monitoreo.

Para iniciar se va al menú secundario que se encuentra a la izquierda de la pantalla principal se abre el submenú "System" y "Tag Database" inmediatamente después aparece una ventana. En la cual se debe oprimir el ícono de insertar etiqueta (Insertar Tag). También existe el ícono para borrar etiquetas (clear Tags), aun cuando no reconoce algún dato que alimentamos nos envía señal de error y los errores se pueden buscar fácilmente con los íconos de búsqueda de error, se pueden acomodar las etiquetas por orden alfabético y además refrescar el sistema cada vez que carguemos una etiqueta nueva. Todos estos íconos se muestran en la gráfica 3.22

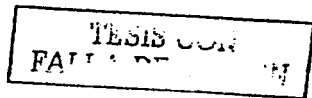


Gráfica 3.22 Íconos de ayuda para las etiquetas (Tags)

De Igual manera cuando se encuentra en esta pantalla el menú principal cambia de estado y se coloca el menú de etiquetas para insertar una etiqueta se abre la instrucción seleccionando "View" y después "Insert Tags".

Al insertar una etiqueta se debe introducir los siguientes datos:

- ⇒ Nombre de la etiqueta (Tag Name).- El nombre se escribe sin espacios con un máximo de 32 caracteres con mayúsculas o minúsculas y con números del 0 al 9, por ejemplo encender\_motor\_1.
- ⇒ Tipo de dato (Data Type). - En el cual se pueden elegir entre varios tipos de datos como Bit, Bool, Enteros con signo, Enteros sin signo, Punto flotante, Serie de Bits, Serie de Caracteres. En la mayoría de los casos para una señal digital se utiliza un bit y para una señal analógica un entero o punto flotante las opciones restantes son para aplicaciones especiales.
- ⇒ Tamaño de la serie (Array Size).- En caso de tener una serie de caracteres o de bits se debe de elegir el tamaño de esta. Con un máximo de 16 caracteres no se puede usar espacios en blanco.
- ⇒ Descripción ( Description).- La descripción de la etiqueta, con un máximo de 255 caracteres si admite espacios en blanco.
- ⇒ Nombre del nodo (Node Name).- Se escribe el nombre del nodo donde esta conectado el equipo, con un máximo de 32 caracteres letras mayúsculas o minúsculas y números del 0 al 9 no admite espacios en blanco. Pueden existir varios nodos en la misma aplicación.



- ⇒ Dirección (Address).- La dirección en PLC de la etiqueta en la Terminal de monitoreo. Con un máximo de 32 caracteres no se usan espacios en blanco y la dirección debe ser idéntica como se escribe en PLC.
- ⇒ Valor inicial (Initial Value). - Cuando enciende el sistema esta etiqueta inicia con un valor que se determina en este parámetro. Con un máximo de 32 caracteres solo números del 0 al 9 con signo y período en caso de bits solo se utiliza 0 y 1.

Al terminar de cargar las Etiquetas se debe Salvar todo el trabajo en el menú principal se oprime "File" y "Save Project".

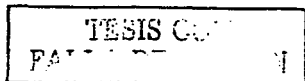
Si se requiere anexar una etiqueta se puede hacer el mismo procedimiento e insertar una nueva etiqueta o también se da doble Click en el objeto que se requiere y se oprime editar etiqueta (Edit Tag) en ese momento nos envía a una ventana que contiene los mismos datos para insertar una nueva etiqueta.

### Validación y Transferencia de Aplicaciones.

El software "Panel Builder" verifica que no existan errores antes de descargar una aplicación hacia la Terminal de monitoreo, pero se puede Verificar antes de descargar con los siguientes parámetros. Se pueden ver en el menú principal abriendo "Application" y "Validate Changes" o "Validate All":

Validar cambios (Validate Changes). - Hace una validación solo de los últimos cambios ocurridos en el proyecto esto lo hace pantalla por pantalla.

Validar todo (Validate All). - Valida toda la aplicación.

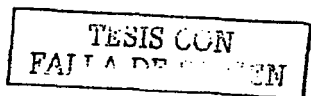


Al mandar cualquiera de estos dos equipos pueden resultar dos tipos de avisos el que son los siguientes:

Advertencias (Warnings).- Estas son opcionales para corrección, no afectan la aplicación se puede descargar sin ningún problema son avisos de que se esta encimando un objeto con otro o que se esta usando dos veces algún Tag son sistemas de aviso.

Error (error). - Sistema de error este indica que existe alguna situación fuera de lo normal que si afecta a la aplicación por lo tanto no puede ser descargada se necesita corregir el error.

Para reparar un error el sistema nos envía una leyenda de ayuda por ejemplo nos dice "dirección de la etiqueta no es válida" se oprime doble click en la leyenda del error y nos lleva automáticamente a la dirección donde existe el error de ahí se puede corregir el error de sintaxis en la etiqueta o la dirección equivocada. Los errores pueden suceder de varias formas no existe un nodo cuando no se coloca el nombre del nodo, la aplicación ya excedió la capacidad de memoria de la Terminal de monitoreo para aplicaciones muy grandes aquí se debe extender la memoria o tratar de reducir las pantallas programadas al mínimo posible.



## CAPÍTULO 4

### PROGRAMACION Y PRUEBAS

En este capítulo se realizarán las pruebas necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos, además la programación con una explicación básica de la misma.

#### 4.1 PROGRAMA DEL PLC MICROLOGIX 1500.

En las siguientes páginas se expone el programa de escalera para el equipo Micrologix, donde las instrucciones mencionadas corresponden para el control del quemador.

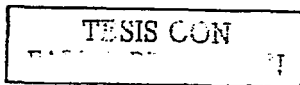
En la gráfica 4.1 en donde se muestran los renglones 0 a 4, la explicación de las instrucciones es:

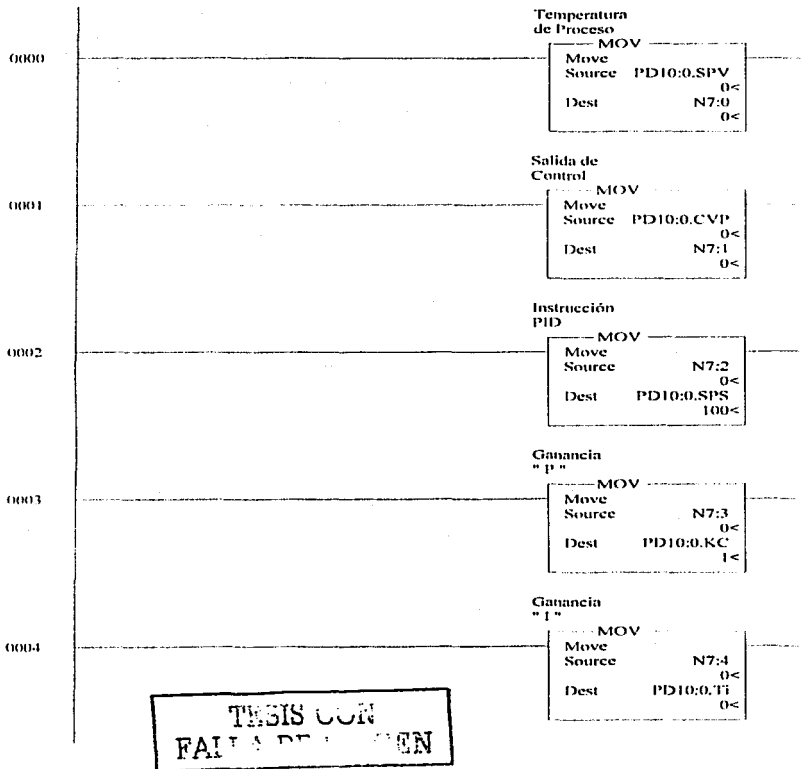
Renglón "0000".

Se muestra una instrucción de movimiento "MOV" la cual realiza la transferencia de datos de la dirección fuente "Source" PD10:0.SPV este dato es la temperatura de proceso leída e introducida al PLC por la entrada "I:1.0" hacia la instrucción de PID. La instrucción es movida a la dirección de dato N7:0 para ser utilizada en el proceso y en el monitoreo de esta forma.

Renglón "0001".

Se ve en este renglón una instrucción "MOV" para realizar una transferencia de datos de la dirección fuente "Source" PD10:0.CVP Direccional





**Gráfica 4.1 Programa PLC Renglones del 0 al 4**



#### CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS

con la instrucción PID. La instrucción es movida a la dirección N7:1 que indica el dato de salida el mismo que esta recibiendo el actuador en el tren de válvulas.

##### Renglón "0002".

Se muestra una instrucción de movimiento "MOV" se realiza una transferencia de datos de la dirección N7:2 la cual viene de la pantalla Terminal de monitoreo y es el dato de punto de ajuste "Set Point" puede ser cambiado desde la pantalla. Este dato es movido para que la instrucción PID lo reconozca y es situado en la dirección PD10:0.SPS.

##### Renglón "0003"

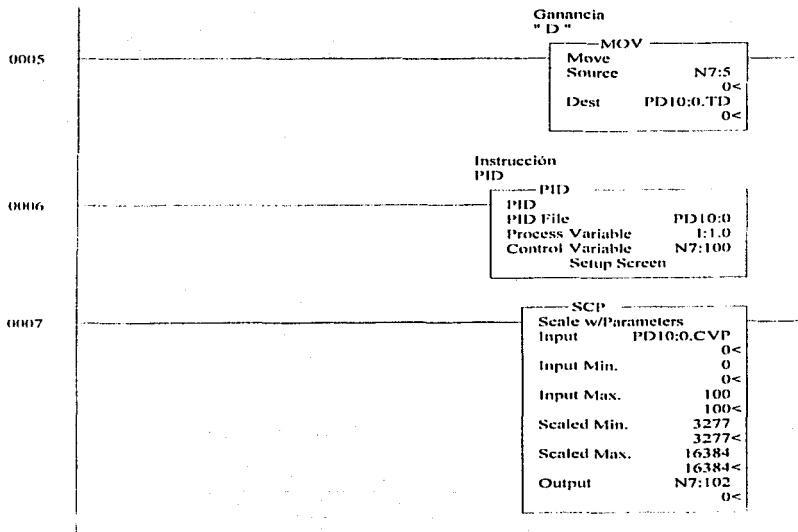
En este renglón se ve una instrucción "MOV" la cual transfiere datos de la dirección N7:3 proveniente del Terminal de monitoreo el cual debe ser modificado por alguien que conozca el proceso por esa razón se protege el cambio de este dato con una clave de acceso. Este dato es movido a la dirección PD:10.0.KC en la cual se almacena el dato Proporcional "P" de la instrucción PID.

##### Renglón "0004".

Se muestra una instrucción "MOV" la cual transfiere de la dirección N7:4 que es un dato de la Terminal de monitoreo de igual manera solo debe ser modificado por personal calificado. Este dato es movido a la dirección PD10:0.TI en el cual se almacena el dato Integrativo "I" de la instrucción PID.

En la gráfica 4.2 se muestra los renglones 5 al 7 y su explicación es la siguiente:





**TLSIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**Gráfica 4.2 Programa PLC Renglonés del 5 al 7**

Renglón "0005".

Se ve una instrucción "MOV" la cual transfiere de la dirección N7:5 un dato de la Terminal de monitoreo modificable solo con clave de acceso y envía la dirección PD10:0.TD la cual se almacena en la instrucción PID como el dato Derivativo "D".

Renglón "0006".

Se muestra la instrucción PID esta instrucción de salida que controla las características físicas tales como la temperatura, presión, nivel líquido o régimen de caudal usando lazos de proceso.

La instrucción PID normalmente controla un lazo cerrado usando entradas de un módulo de entrada analógico y proporcionando una salida a un módulo de salida analógico. Para el control de temperatura, se puede convertir la salida analógica a una salida activada/desactivada de tiempo proporcional para impulsar una unidad de calefacción o de enfriamiento. La instrucción PID se puede operar en el modo temporizado o el modo STI. En el modo temporizado, la instrucción actualiza su salida periódicamente a un régimen seleccionado por el usuario. En el modo STI, la instrucción se debe colocar en una subrutina de Interrupción STI. Entonces actualiza su salida cada vez que se realiza un barrido de la subrutina STI. El intervalo de tiempo STI y el régimen de actualización de lazo deben ser idénticos para que la ecuación se ejecute correctamente.

El control de lazo cerrado PID retiene una variable de proceso a un punto de ajuste (set point) deseado.

### Como Introducir Parámetros

Normalmente la instrucción PID se coloca en un renglón sin lógica condicional. La salida permanece en su último valor cuando el renglón es falso. El termino integral también se borra cuando el renglón es falso.

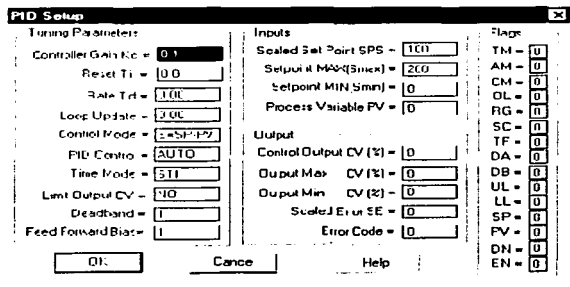
La instrucción PID es un tipo de algoritmo PID de solo entero y no le permite introducir valores de punto flotante para sus parámetros. Por lo tanto, si intenta mover un valor de punto flotante a uno de los parámetros PID usando una lógica de escalera, ocurrirá una conversión de punto flotante a entero. Durante la programación, se introduce las direcciones del bloque de control, variable de proceso y variable de control después de colocar la instrucción PID en un renglón:

⇒ **El bloque de Control.**- Es un archivo que almacena los datos requeridos para operar la instrucción. La longitud de archivo se fija a 23 palabras y se debe introducir como dirección de archivo entero. Por ejemplo, la introducción de N10:0 asignara los elementos N10:0 a N10:22.

No escriba a las direcciones de bloque de control con otras instrucciones en su programa excepto según las necesarias para la instrucción. Si vuelve a usar un bloque de datos que fue asignado anteriormente para otro uso, es buena práctica poner primero a cero los datos. Se recomienda usar un archivo de datos único para contener sus bloques de control PID. Por ejemplo N10:0. Esto evita el rehuso imprevisto de las direcciones de bloque de control PID por otras instrucciones de programa.

- ⇒ La variable de Proceso PV.- Es una dirección de elemento que almacena el valor de entrada del proceso. Esta dirección puede ser la ubicación de la palabra de la entrada analógica donde el valor de entrada A/D se almacena. Este valor también podría ser un entero si decide hacer un barrido de su valor de entrada de antemano al rango 0 -16383.
- ⇒ La variable de control CV.- Es una dirección de elemento que almacena la salida de la instrucción PID. El valor de la salida tiene un rango de 0 a 16383 donde 16383 es el 100%. Este es normalmente un valor de entero para que usted pueda escalar el rango de entrada PID según el rango analógico específico que su aplicación requiere.

En la gráfica 4.3 se muestra la pantalla setup de PID en donde los parámetros a cambiar se explican después.



Gráfica 4.3 Setup PID

- ⇒ **Automático/Manual.**- Alterna entre automático/manual. Automático indica que el PID controla la salida. (El bit se ha puesto a cero). Manual indica que el usuario establece el valor de salida. (El bit está establecido.) Cuando haga ajustes, se recomienda efectuar los cambios en el modo manual, seguido por un retorno a modo automático. El límite de salida también se aplica en modo manual.
- ⇒ **El modo TM.**- Alterna los valores temporizados y STI. Temporizado indica que el PID actualiza su salida al régimen especificado en el parámetro de actualización de lazo. Cuando se usa el modo temporizado, el tiempo de barrido de su procesador debe ser un mínimo de diez veces más rápido que el tiempo de actualización del lazo para evitar inexactitudes o perturbaciones. STI indica que el PID actualiza su salida cada vez que se realiza un barrido. Cuando selecciona STI, la instrucción PID debe ser programada en una subrutina de interrupción STI, y la rutina STI debe tener un intervalo de tiempo igual al ajuste del parámetro de "actualización de lazo" PID. Establezca el período STIO en la palabra S: 30.
- ⇒ **El control CM.**- Alterna los valores  $E=SP - PV$  y  $E=PV - SP$ . La acción directa ( $E = PV - SP$ ) causa que la salida CV incremente cuando la salida PV es mayor que el punto de ajuste SP (por ejemplo, una aplicación de enfriamiento). La acción inversa ( $E = SP - PV$ ) causa que la salida CV incremente cuando la salida PV sea menor que el punto de ajuste SP.

#### CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS

- ⇒ **EL punto de ajuste SP.-** Es el punto de control deseado de la variable de proceso. Puede cambiar este valor con las instrucciones en su programa de escalera usando el valor de la tercera palabra en el caso de nuestro programa se refiere a la dirección N7:2 .
- ⇒ **La ganancia K.-** Es la ganancia proporcional, con un rango de 0.1 a 25.5 . La regla general es establecer esta ganancia a la mitad del valor necesario para causar que la salida oscile cuando los términos de restablecimiento y régimen se ponen a cero.
- ⇒ **El restablecimiento Ti.-** Es la ganancia integral con un rango de 0.01 a 25.5 minutos por repetición . La regla general es establecer el tiempo de restablecimiento para que sea igual al periodo natural medido en la calibración de ganancia de arriba.
- ⇒ **Régimen Td.-** Es el termino derivativo. El rango de ajustes es de 0.01 a 2.55 minutos. La regla general es establecer este valor de 1/8 del tiempo integral de arriba.
- ⇒ **Escala Máxima Smax.-** Si el punto de ajuste debe ser leído en unidades de ingeniería, este parámetro corresponde al valor del punto de ajuste en unidades de ingeniería cuando la entrada de control es 16383. El rango válido es +- 16383 a +16383.
- ⇒ **Escala Mínima Smin.-** Si el punto de ajuste debe ser leído en unidades de ingeniería, este parámetro corresponde al valor del punto de ajuste en

unidades de ingeniería cuando la entrada de control es cero. El rango válido es  $\pm 16383$  a  $\pm 16383$ .

### Renglón "0007"

En este renglón de muestra una instrucción de escalado de parámetros en donde:

- ⇒ "Input".- Se coloca la dirección de donde se toma el dato que requiere escalar en este caso es la salida de la instrucción PID.
- ⇒ "Input Min".- Se introduce el valor mínimo que nos entregara la instrucción PID se coloca "0".
- ⇒ "Input Max".- Se introduce el valor máximo que nos puede entregar la instrucción PID se debe colocar "100".
- ⇒ "Scaled Min".- Se coloca en este espacio el valor mínimo que tomara la dirección en donde mandaremos la salida de este bloque para nuestro caso se coloca "0".
- ⇒ "Scaled Max".- Se coloca el valor máximo que tomara la salida de este bloque ya escalado se coloca "16383".
- ⇒ "Output".- Se coloca la dirección en donde mandaremos los datos ya escalados de este módulo lo mandamos a la dirección N7:102.

Este movimiento se debe de realizar por que la salida que nos entrega la instrucción PID se escala de 0 a 100 y la necesitamos en una escala de 0 a 16383 que es lo que reconoce la tarjeta de salidas analógicas.



En la gráfica 4.4 se muestran los renglones 8 a 10 y su explicación es la siguiente:

#### Renglón "0008"

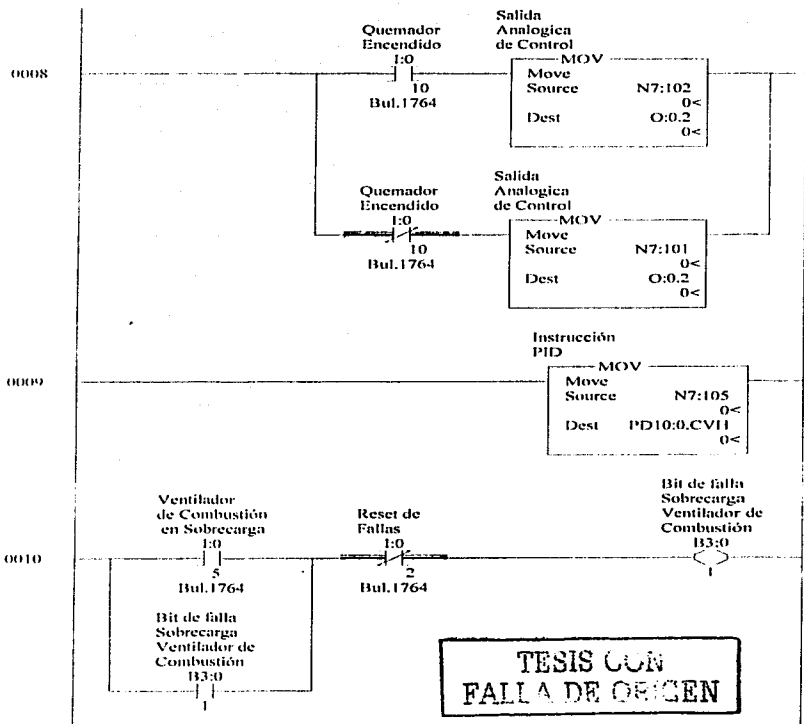
Se muestra en este renglón dos instrucciones de movimiento "MOV" las dos dirigidas a la salida "O:0.2" que es la salida de PLC conectada al control del modutrol, las instrucciones se encuentran condicionadas con la entrada "I:0.10" que indica que el quemador está encendido. Entonces cuando el quemador se encuentra encendido la salida obedece lo que le envíe el dato de la dirección "N7:102" que es el control de salida del PID y cuando el quemador está apagado se obedece la señal de la dirección N7:101 que viene del renglón 13.

#### Renglón "0009"

Se muestra una instrucción de movimiento que tiene como fuente la dirección N7:105 que es el valor límite máximo de temperatura que se limitará la acción de la instrucción PID y su destino será la dirección PD10:0.CVH.

#### Renglón "0010"

Se muestra en el renglón es un contacto abierto de la entrada "I:0.5" que indica cuando está cerrada que el ventilador de combustión tiene una falla por sobrecarga que al llegar al bit marcado con la dirección "B3:0.1" se enclava gracias al contacto abierto que se encuentra en el puente en paralelo con la entrada "I:0.5" y si la falla desaparece para poder quitar la falla se debe energizar el contacto normalmente cerrado de la dirección "I:0.2" para "Reset de Fallas" en



**Gráfica 4.4 Programa PLC Renglonés del 8 al 10**

#### CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS

ese momento el contacto se abre y se deja de alimentar el bit de falla de sobrecarga.

En la gráfica 4.5 se muestran los renglones de la lógica de control del 11 al 13 y se explican como sigue:

##### Renglón "0011"

Se muestra un contacto abierto con la dirección "B3:0.2" que proviene de la Terminal de monitoreo para arranque del ventilador de combustión en paralelo se muestra el contacto abierto de arranque automático que viene del renglón 34, después un contacto cerrado del bit de sobrecarga de ventilador de combustión cuando el motor se encuentre en falla de sobrecarga no permita arrancar y por último se marca la salida con la dirección "O:0.0" que es el arranque automático de este ventilador.

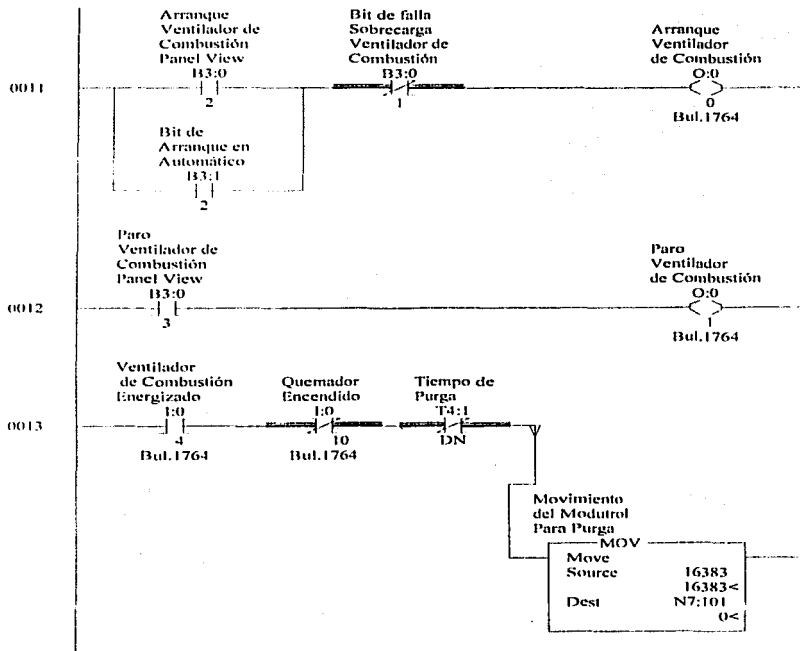
##### Renglón "0012"

Se tiene solo un contacto abierto que llega de un botón momentáneo. De la Terminal de monitoreo como Paro de ventilador de combustión con la dirección "B3:0.3" y energiza directamente la salida de pero de ventilador de combustión con la dirección "O:0.1".

##### Renglón "0013"

Se muestra en este renglón primero un contacto normalmente abierto que indica que el ventilador de combustión esta energizado con la dirección "I:0.4", después un contacto cerrado de quemador encendido como la lógica es inversa por ser un contacto cerrado se maneja como bit de quemador apagado, sigue un

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Gráfica 4.5 Programa PLC Renglones del 11 al 13

contacto normalmente cerrado del timer de purga con dirección T4:1.DN este contacto se abre cuando la cuenta del timer de purga se termina, después una instrucción de movimiento MOV donde la fuente es el número 16383 esto quiere decir que cuando esta condición sea cierta este número se moverá a la dirección destino N7:101 que es la apertura del Modutrol cuando el quemador esta apagado como se indica en el renglón número 8.

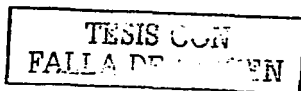
En la gráfica 4.6 se muestra el programa de escalera los renglones 14 a 16 y se explican como sigue:

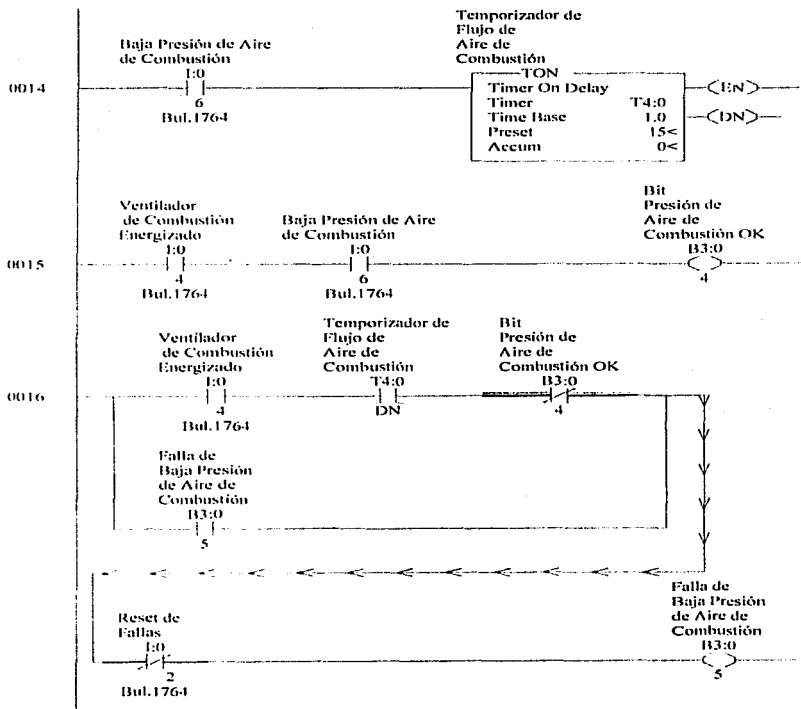
#### Renglón "0014"

El renglón muestra un contacto normalmente abierto con la dirección I:0.6 que indica baja presión de aire de combustión cuando el contacto esta conduciendo las condiciones son normales y cuando el contacto se abre son condiciones de falla, después aparece un Timer con la dirección T4:0 que cuenta con una base en segundos hasta 15 unidades esto quiere decir que se esta alimentando con aire al sistema durante 15 segundos.

#### Renglón "0015"

En el renglón se ve un contacto normalmente abierto de ventilador de combustión energizado con la dirección "I:0.4" se cierra cuando dicho ventilador funciona, después otro contacto abierto con la dirección "I:0.6" para baja presión de aire el cual se cierra cuando el aire tiene la presión correcta, cuando los dos contactos se cierran energizan un bit con la dirección "B3:0.4" que indica la





Gráfica 4.6 Programa PLC Renglones del 14 al 16

presión de aire de combustión se encuentra en el rango permitido cuando esta energizado y que existe una falla cuando no esta energizado.

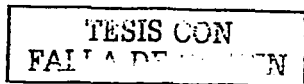
#### Renglón "0016"

En este renglón se muestra dos contactos abierto y un cerrado "I:0.4" ventilador de combustión energizado "T4:0.DN" Tiempo de flujo de aire terminado y "B3:0.4" de presión de aire de combustión OK respectivamente. Con estos tres contactos se tiene un contacto normalmente abierto en paralelo para enclavar estas tres señales una vez que se energize el bit "B3:0.5" el puente en paralelo y la bobina tienen la misma dirección para realizar el enclave, este bit será activado exista una falla de baja presión de aire de combustión por lo tanto se desenclava haciendo llegar la señal de Reset de fallas "I:0.2" que aparece con un contacto normalmente cerrado.

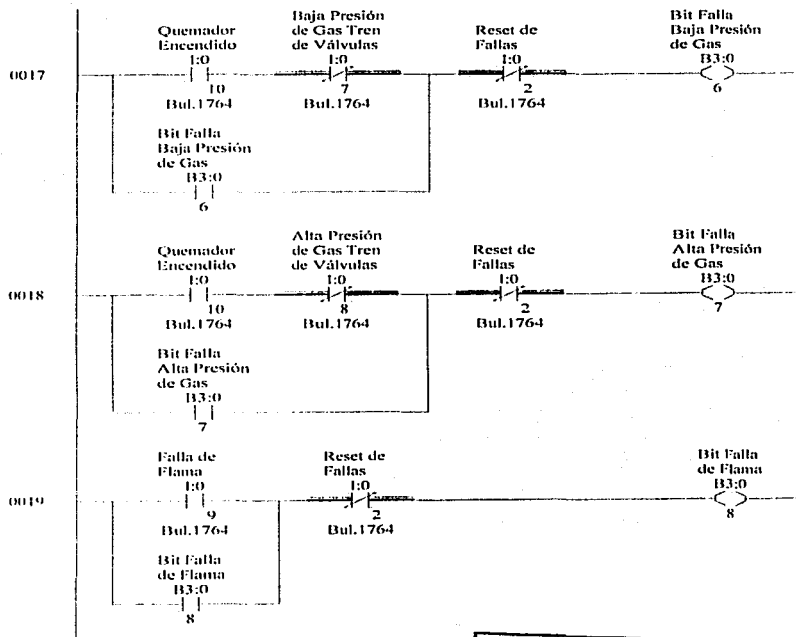
En la gráfica 4.7 se muestran los renglones 17 al 19 de la lógica de escalera se explican como sigue:

#### Renglón "0017"

Aparecen dos contactos normalmente abierto y cerrado respectivamente con las direcciones "I:0.10" quemador encendido y "I:0.8" de alta presión de gas enclavados con un puente en paralelo y un contacto normalmente abierto con la misma dirección del bit bobina de este renglón "B3:0.8" que indica alta presión de gas cuando este bit esta presente indica que existe una falla por alta presión de gas.



CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**Gráfica 4.7 Programa PLC Renglones del 17 al 19**



**Renglón "0018"**

Se muestra un contacto abierto con dirección "I:0.10" de quemador encendido después un contacto cerrado con dirección "I:0.8" de alta presión de gas estos dos contactos tienen en paralelo un contacto abierto del bit de la bobina de este renglón con dirección "B3:0.7" que es el bit de falla de alta presión de gas se tiene un contacto normalmente cerrado para dar un Reset de Falla con la dirección "I:0.2"

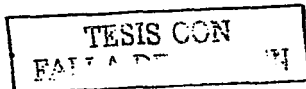
**Renglón "0019"**

Se muestra un contacto normalmente abierto de falla de flama con dirección "I:0.9" en paralelo un contacto abierto con la dirección del bit de la bobina de ese renglón para enclavar la falla "B3:0.8" y como en todas las fallas se debe colocar un contacto cerrado con la dirección "I:0.2" para reset de fallas.

En la gráfica 4.8 se muestran los renglones 20 y 22 de la lógica de escalera y se explican como sigue.

**Renglón "0020"**

Se muestra una instrucción de "A" mayor o igual que "B" en donde se comparan dos parámetros el "N7:0" que es la temperatura de proceso como la fuente "A" y como la fuente "B" la dirección "N7:106" que viene alimentada de la Terminal de monitoreo cuando "A" es mayor o igual que "B" la instrucción de hace verdadera en paralelo tiene un contacto abierto con la misma dirección del bit de la



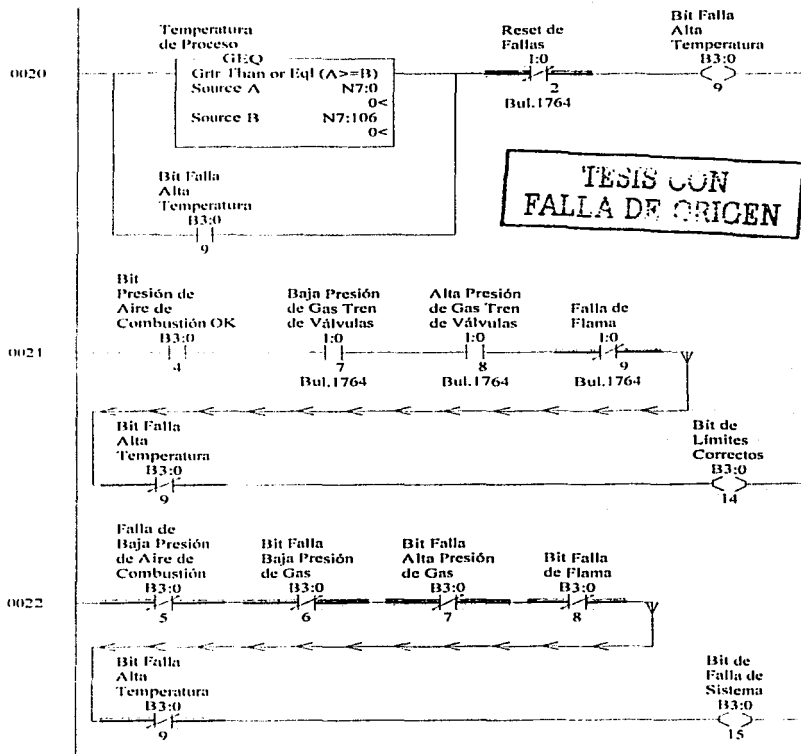
bobina de este renglón para hacer un enclave con el "B3:0.9" y como se trata de una falla se debe colocar un reset de fallas con un contacto normalmente cerrado con la dirección del botón "I:0.2".

#### Renglón "0021"

Se muestra una serie de contactos como sigue Contacto abierto con la dirección "B3:0.4" Presión de aire de combustión OK, un contacto normalmente abierto con la dirección "I:0.7" baja presión de gas en tren de válvulas, contacto normalmente abierto con la dirección "I:0.8" alta presión de gas en tren de válvulas, un contacto normalmente cerrado con la dirección "I:0.9" falla de flama y por último un contacto normalmente cerrado con la dirección "B3:0.9" de límite de alta temperatura. Si todos esos contactos se encuentra conduciendo es decir en condiciones normales de operación se debe energizar la bobina de este renglón con la dirección "B3:0.14" Bit de límites correctos.

#### Renglón "0022"

Se muestra un serie de contactos primero un contacto normalmente cerrado con la dirección "B3:0.5" falla de baja presión de aire , contacto cerrado con dirección "B3:0.6" falla de baja presión de gas , contacto cerrado con dirección "B3:0.7" alta presión de gas, contacto cerrado con dirección "B3:0.8" falla de flama y por último un contacto cerrado con la dirección "B3:0.9" falla de alta temperatura. Si cualquiera de estos contactos se cumple entonces se desenergiza un bit con la dirección "B3:0.15" que indica que existe una falla cualquiera en el sistema.



**Gráfica 4.8 Programa PLC Renglones del 20 al 22**

En la gráfica 4.9 se muestran los renglones del 23 al 26 de la lógica de escalera y se explican como sigue:

Renglón "0023"

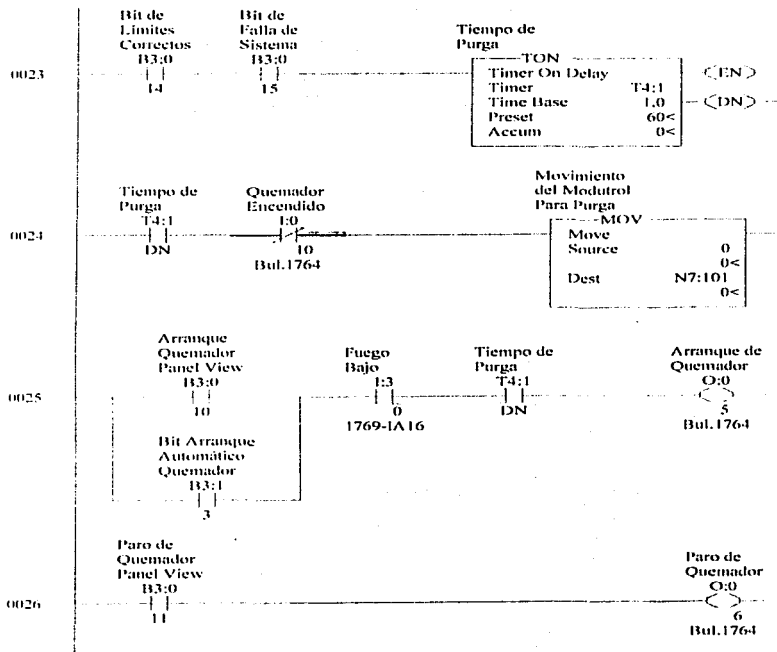
Se ve un contacto normalmente abierto con dirección "B3:0.14" limites correctos y en serie un contacto normalmente abierto con la dirección "B3:0.15" de bit de falla de sistema, al cumplirse estas dos condiciones se energiza el Timer con dirección T4:1 el cual es de tiempo de purga cuanta hasta 60 segundos y cuando termina se que enclavado en 60 segundos hasta una de las condiciones que lo energizan hace falta.

Renglón "0024"

Se presenta un contacto abierto con la dirección "T4:1.DN" donde indica que el timer de purga ya termino de contar, después un contacto normalmente cerrado con la dirección "I:0.10" que indica quemador encendido pero como es lógica con un contacto normalmente cerrado indica que el quemador esta apagado al cumplirse estas dos condiciones se energiza una instrucción de movimiento "MOV" que tiene como fuente el número "0" y como destino la dirección "N7:101" la cual esta destinada para mover el actuador en este caso a la posición "0".

Renglón "0025"

Se muestra un contacto abierto con la dirección "B3:0.10" Arranque de quemador desde la Terminal de monitoreo con otro contacto abierto en paralelo con la dirección "B3:1.3" Arranque automático de quemador cualquiera de los dos contactos que se cierre accionara el encendido del quemador, después un



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Gráfica 4.9 Programa PLC Renglones del 23 al 26

contacto normalmente abierto con la dirección "I:3.0" que indica que el modutrol esta en fuego bajo por lo tanto permite arrancar quemador, más adelante un contacto normalmente abierto con la dirección "T4:1.DN" que indica que la purga de aire fue realizada, en el momento que todas estas condiciones son cumplidas se energiza la bobina de este renglón con la dirección "O:0.5" que es la salida para arrancar el quemador.

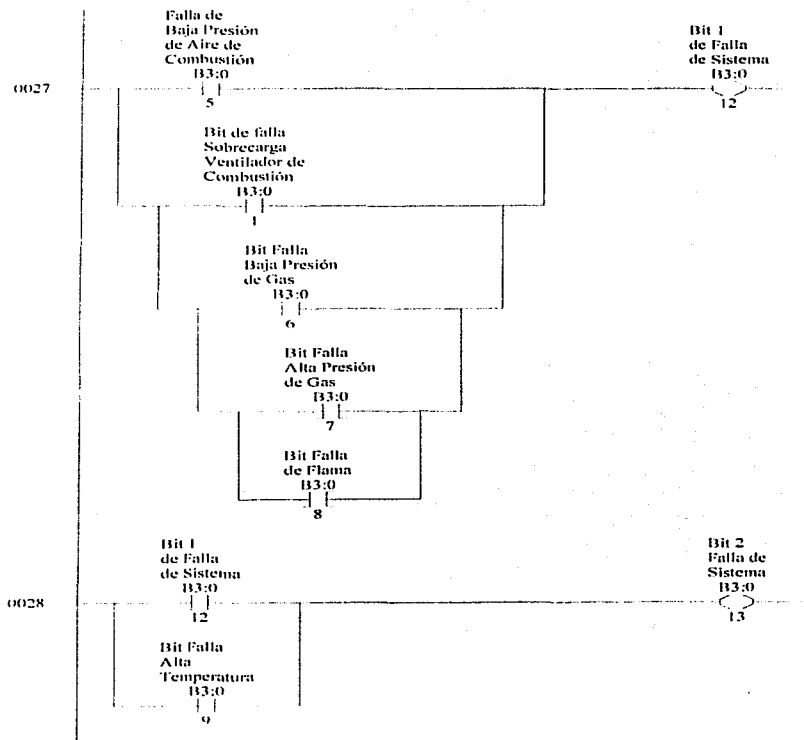
#### Renglón "0026"

Se muestra un contacto normalmente abierto con la dirección "B3:0.11" que es el paro del quemador este inmediatamente energiza la bobina para la salida del PLC con la dirección "O:0.6" Paro de quemador.

La gráfica 4.10 muestra los renglones 27 y 28 de la lógica de escalera y se explican como sigue:

#### Renglón "0027"

En el se muestran 5 contactos normalmente abiertos los cuales están en paralelo si cualquiera de los contactos se cierra entonces activa el bit señalado con la dirección "B3:0.12" este es el bit 1 de falla de sistema, los contactos que lo activan son: "B3:0.5" falla de baja presión de aire de combustión, "B3:0.1" falla de sobrecarga de ventilador de combustión, " B3:0.6" falla por baja presión de gas, "B3:0.7" falla por alta presión de gas y "B3:0.8" falla de flama.



Gráfica 4.10 Programa PLC Renglones del 27 al 28

### Renglón "0028"

Se muestra dos contactos normalmente abiertos en paralelo con las direcciones "B3:0.12" bit 1 de falla de sistema del renglón anterior y "B3:0.9" falla por alta temperatura, cualquiera de estos dos bits activa la bobina de este renglón con la dirección "B3:0.13" bit 2 falla de sistema, este arreglo incluye todas las fallas del renglón 27 y 28 se debe formar así por que el sistema para Micrologix solo admite cinco puentes en cada renglón.

La gráfica 4.11 muestra los renglones números 29 y 33 de la lógica de escalera y se explica como sigue:

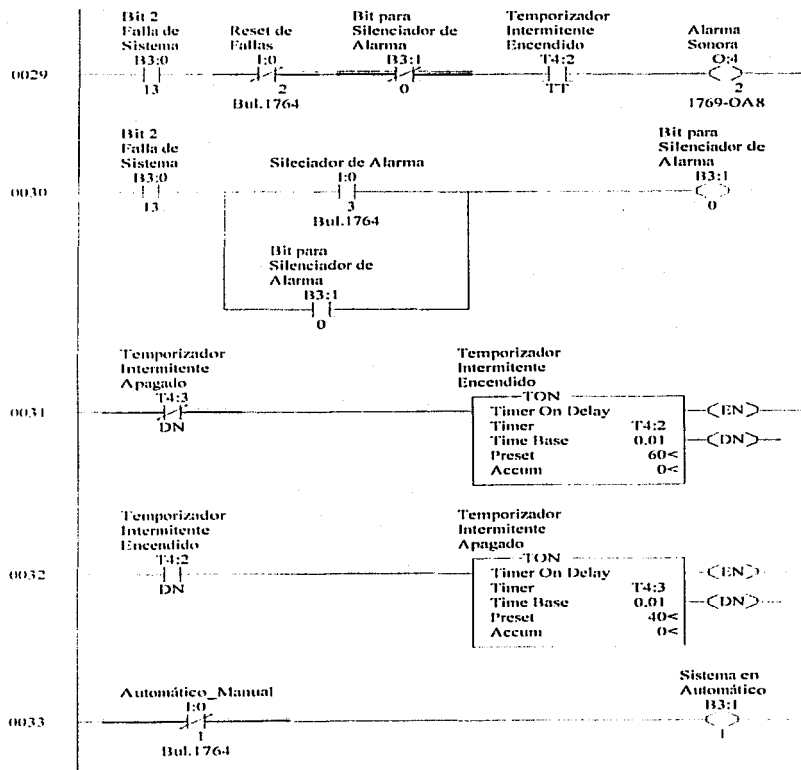
### Renglón "0029"

Se observa en serie un contacto abierto con la dirección "B3:0.13" bit 2 falla de sistema, un contacto cerrado "I:0.2" reset de fallas. Un contacto cerrado con la dirección "B3:1.0" bit silenciador de alarma que se explica en el siguiente renglón y un contacto normalmente abierto con la dirección "T4:2.TT" del renglón 31 se explica más adelante cuando las condiciones de estos contactos conducen y están cerrados todos se enciende la salida "O:4.6" que es la alarma sonora.

### Renglón "0030"

Se ve un contacto normalmente abierto "B3:0.13" bit 2 falla de sistema, después dos contactos normalmente abiertos en paralelo con las direcciones "I:0.3" botón silenciador de alarma y "B3:1.0" bBit Silenciador de alarma para enclavar la bobina del renglón con la misma dirección. Cuando se oprime este





**Gráfica 4.11 Programa PLC Renglones del 29 al 33**

botón solo se activa cuando se encuentra una falla presente y se desactiva cuando la falla desaparece.

#### Renglón "0031" y Renglón "0032"

Se muestra un contacto normalmente cerrado con la dirección "T4:3.DN" que indica que timer del renglón 32 termino su cuenta y energiza el Timer "T4:2" para comenzar la cuenta de 60 centésimas de segundo. En el renglón 32 se ve un contacto abierto con dirección "T4:2.DN" que indica que este timer termino su cuenta y activa la cuenta de 40 centésimas de segundo del timer "T4:3" así los dos timers se encuentra activándose y desactivándose uno con otro para crear una intermitencia que se utiliza en la alarma sonora.

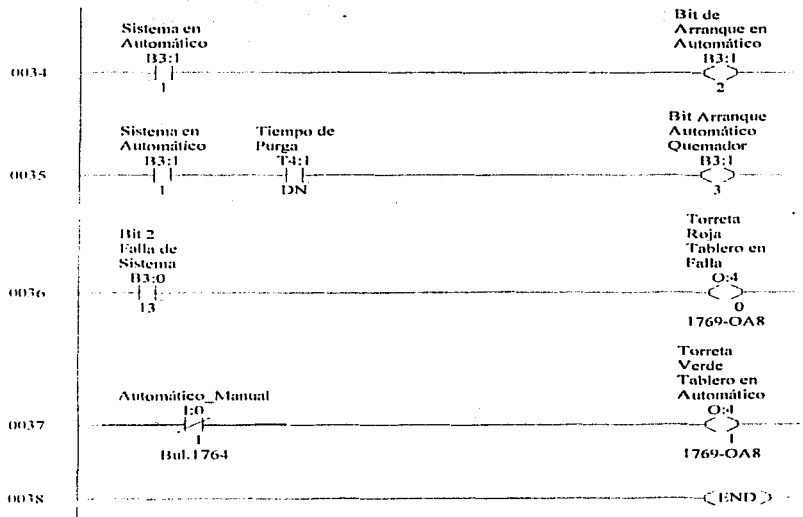
#### Renglón "0033"

Un contacto normalmente cerrado que indica la entrada del selector cuando se encuentra el sistema en automático manual con la dirección "I:0.1" y pasa al bit de sistema en automático con la dirección "B3:1.1".

La gráfica 4.12 muestra los renglones 34 al 38 de la lógica de escalera y se explican como sigue:

#### Renglón "0034"

Un contacto abierto con la dirección "B3:1.1" de sistema en automático que activa directamente el bit de arranque en automático con dirección "B3:1.3" .



Gráfica 4.12 Programa PLC Renglones del 34 al 38

### Renglón "0035"

Se ve un contacto abierto con dirección "B31.1" de sistema en automático en serie con un contacto abierto con dirección "T4:1.DN" de purga terminada entonces envía a encender el quemador automáticamente. Si el selector automático se pasa a manual el quemador permanece encendido.

### Renglón "0036" y Renglón "0037"

Se observa el direccionamiento de salida para los focos de la torre luminosa roja en falla con dirección "O:0.4" y verde en automático con dirección "O:4.1".

### Renglón "0038"

Indica el fin del programa.

## 4.2 PROGRAMA DE PANEL VISUAL

Las Pantallas de control y monitoreo se forman de acuerdo a las necesidades del equipo y las pantallas de nuestro sistema son las siguientes:

### Pantalla Menú

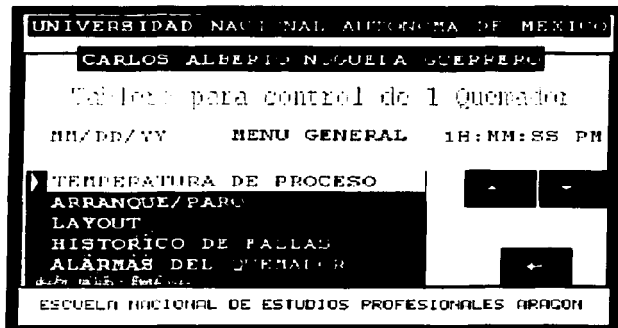
Esta pantalla es una especie de navegador para nuestras pantallas si se requiere ir a otra pantalla se selecciona y se oprime la tecla "enter" si se requiere ir a cualquier otra pantalla se necesita regresar a la pantalla menú y de ahí moverse a la requerida. La pantalla Menú se ve como se muestra en la gráfica 4.13.

#### CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS

Se nota un título de donde pertenece el equipo el nombre del tablero la fecha y la hora del día además de unas flechas de navegación y la tecla de entrar las pantallas a las que se puede trasladarse son:

- ⇒ Temperatura de proceso
- ⇒ Arranque/Paro
- ⇒ Lay Out
- ⇒ Histórico de fallas
- ⇒ Alarmas de quemador
- ⇒ Ajuste de PID
- ⇒ Configuración

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

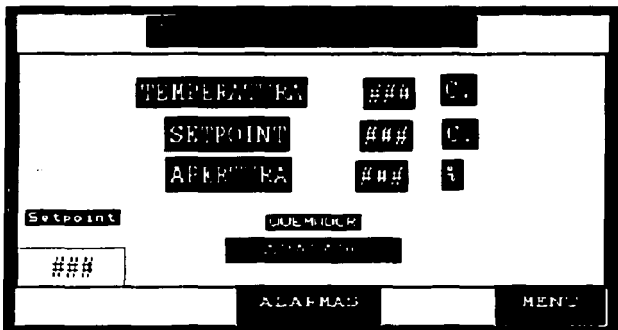


Gráfica 4.13 Pantalla Menú

Existe la pantalla de alarmas pero esa no se puede ver solo envía banderas que se antepone a cualquiera de las pantallas anteriores, el listado principal es solo una pantalla de lista de selección (Screen List Selector) ubicada en el menú principal del software Panel Builder en submenú Objects.

### Pantalla Temperatura de Proceso

La pantalla de temperatura de proceso, se muestra en la gráfica 4.14 y se ve la temperatura de proceso en grados centígrados el punto de ajuste(set point) y también la apertura de la válvula Modutrol en porcentaje. También se puede cambiar el valor del Punto de ajuste además de una indicación para saber si el quemador se encuentra encendido o apagado, se cuenta con dos botones de



Gráfica 4.14 Pantalla Temperatura de proceso

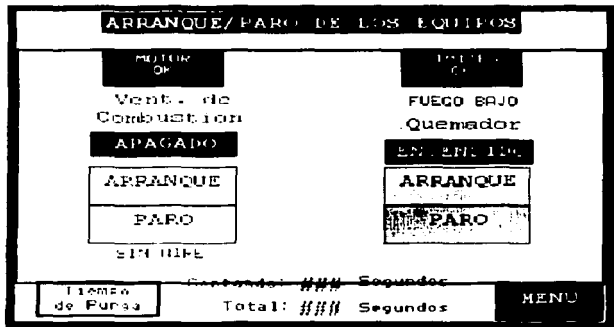
navegación para regresar a la pantalla menú y para ir a la pantalla de alarmas.

### Pantalla Arranque y Paro

En la gráfica 4.15 se muestra la pantalla de arranque/ paro de los equipos de este sistema primero el ventilador de combustión y el quemador.

Se muestra para el ventilador de combustión

- ⇒ Un objeto mensaje que indica si el motor de combustión se encuentra en estado OK o sobrecarga.



Gráfica 4.15 Pantalla de Arranque y Paro

#### CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS

- ⇒ Identificación en donde se ve que es el motor del ventilador de combustión.
- ⇒ Un objeto mensaje para saber si el motor esta prendido o pagado.
- ⇒ Un botón de arranque de motor.
- ⇒ Un botón de Paro de Motor.
- ⇒ Una indicación del interruptor de flujo de aire para saber si esta detectando aire o se encuentra sin aire.

Para el Quemador se tiene:

- ⇒ Un objeto mensaje para saber si hay limites correctos o existe una falla de limites.
- ⇒ Indicación para ver si el quemador esta en fuego bajo o fuego alto.
- ⇒ Un mensaje para saber si el quemador se encuentra encendido o apagado.
- ⇒ Botón de arranque de quemador.
- ⇒ Botón de paro de quemador.

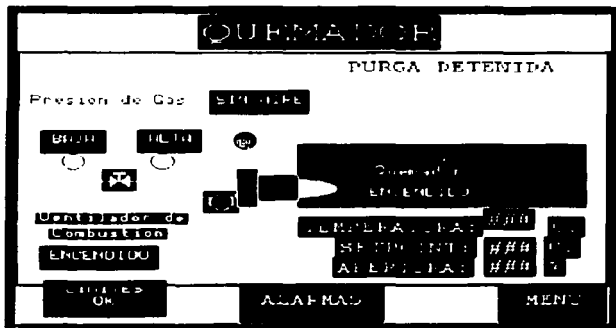
Por último se muestra el tiempo de purga con dos displays numéricos uno para saber la cuenta en que se encuentra la purga y otro para saber el número máximo al cual va a llegar el tiempo de purga.

#### Pantalla de vista de planta (Layout)

En la gráfica 4.16 se observa la pantalla de vista de planta (Layout) todos los parámetros que intervienen en el sistema de combustión se encuentran en esta.



La pantalla muestra un esquema del quemador donde primero indica el estado de la purga con un mensaje "Purga detenida" o "Purga contando", después muestra el estado de las presiones de gas y aire con un mensaje de Alta o Baja.



Gráfica 4.16 Pantalla LavOut

Además con una lampara que cambia de color verde cuando el sistema es correcto y rojo cuando existe alguna falla, un mensaje que indica quemador "Encendido" o "Apagado", se ve el estado en que se encuentra el ventilador de combustión "Encendido" o "Apagado", se ve también el estado de los límites con la leyenda de "Límites correctos" o "Falla de límites" cuando alguno de ellos no esta presente.

#### CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS

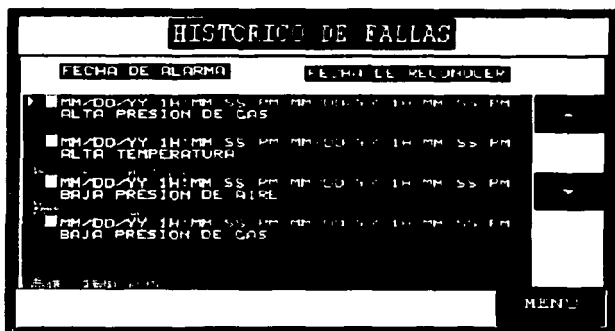
Se muestra solo como información el dato de la temperatura de proceso el set point y la apertura de la válvula de control (Modutrol), por último se ven dos botones de navegación para el menú principal y para la pantalla de alarmas.

##### Pantalla Histórico de Fallas

En la Figura 4.17 se ve la pantalla de Histórico de fallas en donde se incluyen todas las fallas que pueden suceder en la operación del sistema de combustión. Se tienen dos fechas la fecha de reconocer es donde el operador se dio cuenta del fallo y fue a oprimir el botón de reconocer falla y el siguiente es la fecha de la falla para saber exactamente cuando ocurrió la falla se tienen dos botones de navegación para arriba y para abajo de la lista estos botones se localizan con su nombre en ingles Botón para mover lista arriba (Move Up List Key) en el menú principal.

Las fallas que se pueden presentar en esta lista son:

- ⇒ ALTA PRESION DE GAS
- ⇒ ALTA TEMPERATURA
- ⇒ BAJA PRESION DE AIRE
- ⇒ BAJA PRESION DE GAS
- ⇒ FALLA DE FLAMA
- ⇒ FALLA GENERAL DE SISTEMA
- ⇒ SOBRECARGA DE VENTILADOR

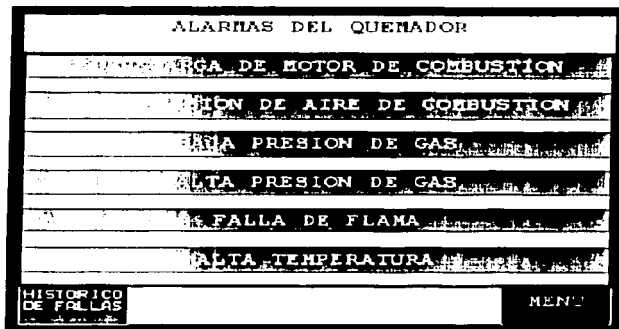


Gráfica 4.17 Pantalla Histórico de Fallas

#### Pantalla de Alarmas

La gráfica 4.18 muestra una pantalla con seis mensajes de display en los cuales se muestran las fallas ocurridas al sistema cuando no existe ninguna señal de falla la pantalla aparece sola, los mensajes se colocan del color de la pantalla y sin ningún texto y cuando cambia de estado cualquiera de los mensajes el color que se muestra es rojo y aparecen letras blancas en el interior describiendo el desperfecto ocurrido. Se incluyen dos botones de navegación para el Histórico de falla y regresar al menú principal.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Gráfica 4.18 Pantalla de Alarmas

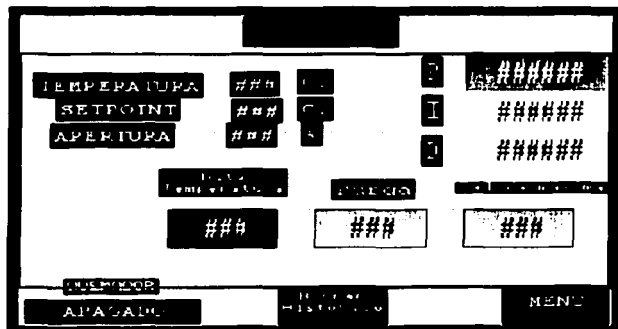
#### Pantalla de Ajuste de PID

En la gráfica 4.19 se muestra la figura de la pantalla de ajuste de PID en donde se pueden modificar los parámetros de esta instrucción, primero se cuenta con los datos en esta pantalla de Temperatura de proceso, set point y apertura de la válvula modutrol para tener una referencia del lado derecho se manejan datos del parámetro P, I y D los que se modifican, se puede modificar el limite de alta temperatura, el tiempo de purga y la salida máxima a la cual se

#### CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS

abrirá la válvula modutrol , este tipo de datos numéricos se pueden colocar con el menú principal del software Panel Builder eligiendo el submenú "Objeto" y la opción "Numeric Entry".

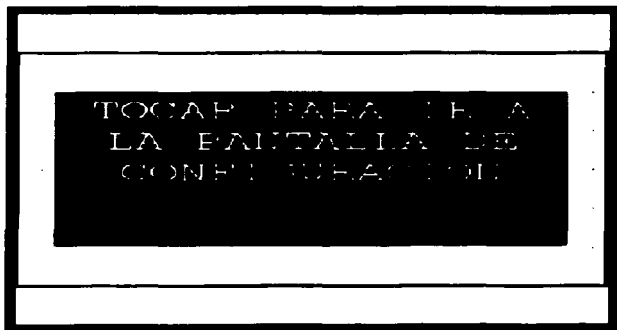
Por seguridad esta pantalla esta protegida con clave de acceso la cual puede ser modificada o quitada con el menú principal del software Panel Builder y el submenú "Aplication" después la opción "Security" se eligen los operadores y se colocan las claves para cada uno de los operadores y por último se eligen las pantallas a las cuales tiene acceso cada operador.



Gráfica 4.19 Pantalla Ajuste de PID

## Pantalla de Configuración

En la gráfica 4.20 se muestra la pantalla de configuración de la Terminal de monitoreo en la cual solo se ingresa con clave de acceso y se ven los parámetros del panel como son brillo y contraste además de la velocidad de comunicación el número de nodo al que esta conectado y que número de casilla ocupa en ese nodo el panel una vez ajustado estos parámetros no vuelven a moverse para nuestro caso se coloca el nodo número 2 y Terminal 0 y a velocidad de 9600 es importante que estos datos coincidan con los aplicados en el Panel Builder.



Gráfica 4.20 Pantalla de Configuración

### 4.3 PRUEBAS AL CONTROL CONTRA FALLA DE FLAMA

#### (C.C.F.F.)

El control contra falla de flama es la parte de seguridad en cualquier sistema de combustión y antes de poner en marcha el equipo se verifica el buen funcionamiento de la siguiente manera:

- ⇒ Se desarma completamente el control para dejar solamente la base con las conexiones descubiertas.
- ⇒ Se cierra la válvula principal de paso de gas.
- ⇒ Se coloca un puente eléctrico provisional entre las puntas 1 y 3 las cuales deben operar la válvula piloto físicamente se verifica el estado de la válvula siempre es normalmente cerrada y al recibir voltaje abre inmediatamente energizando la bobina tiene dicha válvula en la parte superior, la prueba de energía se puede hacer desmontando la bobina se trata de una solenoide tipo dona se coloca un desarmador o una parte metálica en la parte del centro de la misma y se crea un campo magnético muy sensible al energizar la bobina y desaparece al quitar el voltaje.
- ⇒ Se coloca un puente eléctrico provisional en las terminales 1 y 20 para energizar el transformador de ignición en ese momento se debe ver en la bujía de ignición una chispa, cuando el voltaje es retirado de las terminales la chispa debe desaparecer.

#### CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS

- ⇒ Se coloca un puente eléctrico entre las terminales 1 y 5 para energizar la válvula automática de seguridad, las terminales de esta válvula se pueden medir con un voltímetro debe llegar voltaje de 127 Volts a ellas además de verificar tocando con la mano la válvula que abre poco a poco y cuando se quita la energía se cierra rápidamente esta acción se puede notar muy fácilmente si se realiza esta prueba con la válvula fuera del tren de válvulas.
- ⇒ Se coloca un puente eléctrico entre las terminales 1 y "A" para energizar la salida de falla de flama se debe encender la indicación de falla además de colocar una leyenda de falla de flama en la Terminal de monitoreo si se desconecta el puente eléctrico de esta prueba la falla prosigue y la alarma sonora seguirá sonando hasta que se oprima el botón de "Silenciador de Alarma" y después "Reset de Fallas" en ese momento desaparece la falla.

Las conexiones se pueden ver en la gráfica 4.21 en donde se tiene la forma completa de cableado del control contra falla de flama.

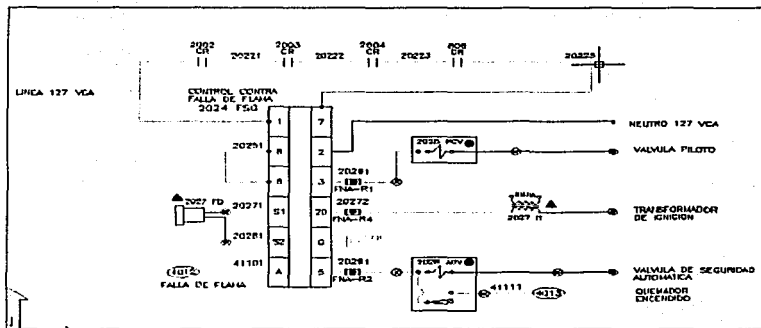
Después se coloca en su lugar el control para realizar la siguientes pruebas de funcionamiento aun con la válvula principal de gas cerrada con la siguientes pasos.

- ⇒ Se coloca un puente eléctrico entre las terminales 7201 y 20225 para dejar fuera todos los permisos de arranque se energiza el control contra falla de flama después de verificar que no existen fallas en el sistema



#### CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS

envía una señal de 127 Volts por la terminal 3 y 20 donde envía gas por la válvula piloto y también energiza la bujía de ignición durante 10 segundos si la fotocelda detecta flama entonces prosigue la secuencia de lo contrario manda a falla de flama, para que la fotocelda pueda detectar flama se coloca una vela o un cerillo enfrente de ella.



Gráfica 4.21 Conexiones Control Contra Falla de Flama

⇒ Cuando el control contra falla de flama detecta flama entonces envía señal de 127 Volts para energizar la válvula automatizada de seguridad, si el sistema deja

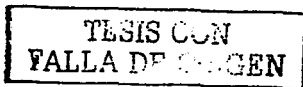
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS

de detectar flama entonces todo el sistema se muestra en estado de seguridad cerrando las dos válvulas y mandando a falla de flama.

Una vez realizadas las pruebas anteriores se abre la válvula principal de gas y se realiza un arranque sin ningún puente eléctrico revisando los siguientes puntos:

- ⇒ Se arranca el ventilador de combustión verificando que aparezca la señal de baja presión de aire de combustión correcta, de igual manera se verifican las señales de baja presión de gas y alta presión de gas al momento en que se abre la válvula principal de gas.
- ⇒ Verificado que existan "Límites Correctos" en el sistema se coloca en la pantalla "PID" los valores de purga, límite alto de temperatura y Set Point se toca el botón de arranque de quemador, se espera el tiempo de purga programado y se energiza el control contra falla de flama.
- ⇒ Comienza la secuencia del control energizando primero la válvula piloto al mismo tiempo que el transformador de ignición, se provoca flama y se abre la válvula automática de seguridad.
- ⇒ Se quita la tapa superior del control contra falla de flama existen dos bornes con la leyenda Verificar flama (Test to flame) e indica un rango entre 4 y 10 Volts de corriente directa, si la medición se encuentra en ese rango el sistema funciona correctamente.



## 4.4 PRUEBAS A BOTONERÍA Y SEÑALIZACIÓN

La señalización es la forma del sistema de comunicar al operador que algo esta sucediendo, es el lenguaje con el que se comunica hombre-máquina. La señalización y botonería en el tablero son:

**Paro de Emergencia.-** Botón tipo hongo marcado con el número "711PB" que enciende una señal luminosa roja cuando se encuentra activado nos indica que ningún equipo puede funcionar por que algún operador oprimió el botón de emergencia esto quiere decir que hay una condición fuera de lo normal. Con el Tablero funcionando completamente se oprime el paro de emergencia y todo el voltaje de control desaparece excepto el de la entradas y salidas de PLC.

**Arranque Maestro.-** Botón marcado con el número "711 PB1" que alimenta el voltaje de control a todo el tablero para que funcione. Cuando se oprime el botón se energiza todo el control y se verifica con un voltmetro en las puntas "7201" y "7202" que es la alimentación principal de tablero en 127 VCA.

**Paro Maestro.-** Botón marcado con el número "711 PB2" que corta la alimentación de voltaje de control para todo el tablero, se corta la energía en una situación normal. La función de este botón es contraria al arranque maestro si se oprime el voltaje de control desaparece, se verifica colocando el voltmetro en las puntas "7201" y "7202".

**Control Maestro Energizado.-** Lampara piloto marcada con el número "712 LT" que indica que el control esta dentro y que los equipos colocados dentro

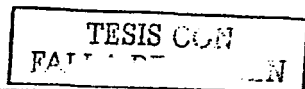
y fuera del tablero pueden estar energizados, el control alimenta 127 Volts de corriente alterna a los equipos. La lampara de control maestro energizado es del tipo presionar para probar (Push to Test), cuando se presiona la lampara se le suministra voltaje directo al foco sin que este se encuentre necesariamente energizado por el control maestro.

**Interruptores de flujo de aire y gas.-** Cada uno de los interruptores de flujo de aire y gas cuentan con una indicación interna que se mantiene encendida cuando estos equipos se encuentra activados. Para probar estos equipos es necesario alimentarlos de gas o de aire y después quitar dicha alimentación de esta manera las indicaciones se hacen intermitentes.

**Selector Automático/Manual.-** El selector marcado con el número "4004 SS" es un contacto normalmente abierto mantenido y manda una señal a la entrada de PLC "I:0/1" si envía un "cero" indica que el tablero esta en automático y cuando envía un "uno" indica que el tablero se controla en forma manual. Cuando el sistema se coloca en forma manual solo se debe energizar la entrada de PLC "I:1/0".

**Botón Reset de Fallas.-** Cuando existe una falla se requiere reconocerla y oprimir el botón quitar falla (Reset de Fallas) para activar el equipo nuevamente, se trata de un contacto normalmente abierto conectado a la entrada de PLC "I:0/2" y utilizado en la lógica de escalera especialmente en el área de fallas. Cuando este botón se oprime se debe energizar la entrada s de PLC "I:0/2".

**Botón Silenciador de Alarma.-** Al detectar una falla se activan seguridades entre ella la alarma de aviso sonoro para trabajar sobre la falla se



calla la alarma con este botón que es un contacto normalmente abierto conectado a la entrada de PLC "I:0/3" así se utiliza en la lógica de escalera. Si este botón se oprime se debe energizar la entrada de PLC "I:0/3".

**Torreta Luminosa.-** Se localiza en la parte superior del tablero y esta identificada con los números "5003 LT" y "5004 LT" para su fácil visualización a distancia, tiene un foco de color rojo indicador de falla de tablero, un foco verde donde se esta indicando que el tablero se encuentra en modo automático y por último integrada a la torre luminosa una alarma sonora.

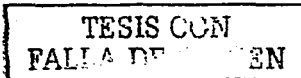
#### 4.5 PRUEBAS A SEÑALES DIGITALES.

Después de descargar el programa en el PLC, se prueba cada una de las señales que entran y salen del PLC; primero lo hacemos con la señales digitales y después con las señales analógicas.

##### Entradas digitales

**I:0/0.-** Contacto abierto del relevador de control maestro marcado con el número "711 MCR" cuando este se encuentra energizado el PLC se entera con esta entrada "I:0/0" si el control esta energizado la misma esta activada y se desactiva cuando el control esta desenergizado.

**I:0/1.-** Contacto abierto localizado en el selector de automático manual con dirección "4004 SS" cuando se encuentra desactivado la entrada esta fuera y cuando se activa el contacto se energiza la entrada.



#### CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS

**I:0/2.-** Contacto normalmente abierto que se activa oprimiendo el botón marcado con el número "4005 PB" momentáneo se oprime y activa la entrada y cuando se suelta la entrada se queda sin voltaje.

**I:0/3.-** Contacto normalmente abierto que esta colocado en un botón momentáneo marcado con el número "4006 PB" si se oprime se activa la entrada y desaparece el voltaje cuando se suelta el botón.

**I:0/4.-** Contacto normalmente abierto del contactor que controla el motor del ventilador de combustión marcado con el número "802 MS" si el motor se encuentra funcionando la entrada se encuentra activa y cuando el contactor esta fuera entonces la entrada de voltaje para esta entrada desaparece.

**I:0/5.-** Contacto normalmente abierto que se encuentra en el relevador de sobrecarga del motor del ventilador de combustión marcado con el número 802 MS/OL si el motor se va a sobrecarga se activa esta entrada y cuando se restablece el relevador de sobrecarga desaparece el voltaje de esta entrada, el mismo relevador de sobrecarga contiene un botón de prueba para verificar su correcto funcionamiento si se oprime este botón de pruebas la entrada es energizada.

**I:0/6.-** Contacto abierto del interruptor de baja presión de aire de combustión si el aire se encuentra presente en el interruptor cierra sus contactos y la entrada es energizada, si el aire se encuentra ausente los contactos se regresan a su posición original y la entrada queda sin voltaje.

**I:0/7.-** Contacto abierto del interruptor de baja presión de gas cuando la presión de gas es por arriba de la calibrada en el interruptor de baja presión de

#### CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS

gas cierra sus contactos y la entrada se activa si por el contrario la presión de gas baja más de lo debido los contactos regresan a su posición original y el voltaje ya no alimenta la entrada.

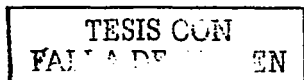
**I:0/8.-** Contacto normalmente cerrado del interruptor de alta presión de gas en donde las condiciones correctas siempre están presentes y la entrada es alimentada siempre. Cuando la presión excede el rango preestablecido los contactos cambian de estado y la entrada deja de recibir voltaje.

**I:0/9.-** Entrada conectada directamente al control contra falla de flama a su conexión marcada como "A" en donde cada vez que se vaya a falla se energizara la entrada y cuando se restablezca desaparece el voltaje en la entrada.

**I:0/10.-** Entrada conectada directamente al control contra falla de flama con la señal marcada como "4013" indica que el quemador esta encendido y cuando el quemador se apaga el voltaje de la entrada desaparece.

**I:3/0.-** Entrada conectada directamente a la válvula modulante (Modutrol) en donde tiene un interruptor que se activa cuando la válvula se encuentra cerrada a su máximo permitido ( Fuego Bajo) y cuando la válvula comienza a abrir el voltaje de la entrada desaparece.

**I:3/1.-** Contacto normalmente abierto del relevador "806 CR" que indica que el control contra falla de flama esta energizado y esta en proceso de encender el quemador o ya se encuentra encendido si se le quita la energía al control contra falla de flama también desaparece el voltaje de esta entrada.



### Salidas Digitales.

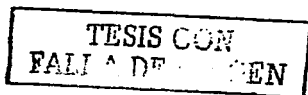
Las salidas digitales solo pueden ser comprobadas mediante software y esto se realiza abriendo en la computadora el RS Linx, Rs Logix y poniendo en línea el PLC con la computadora. Después se da doble click en la parte de salidas (Output) y aparece una pantalla donde se oprime el botón marcado con la leyenda Forzar (Forces). Todas las salidas se colocan en un punto inicial, se coloca el ratón en la salida requerida y se escribe el número "1" si se requiere que la salida se active y mande voltaje a sus terminales y cuando la señal se quiere desactivar se coloca el número "0" para que la dirección quede forzada sin registrar ningún voltaje en su salida. Las salidas se activan como sigue:

- ⇒ "O:0/0".- Al forzar esta salida se activa el arranque del motor de combustión de acuerdo al diagrama de control un pulso es suficiente para el arranque se energiza la bobina del contactor en el arrancador "802 MS".
- ⇒ "O:0/1".- Salida que forzada abre el circuito de control de arranque del motor de combustión, se activa el relevador "4025 CR" el cual tiene un contacto cerrado en serie con el encendido del motor de combustión y al activarse el relevador de control se abre el circuito y no se activa.
- ⇒ "O:0/2".- Salida que activada enciende la lámpara piloto "4026 LT" que indica el quemador encendido. Al forzar esta señal en "1" se enciende la lámpara y al forzar un "0" se apaga.



#### CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS

- ⇒ "O:0/5".- La salida energiza el circuito de control de arranque de quemador si las condiciones son correctas y el paro de quemador no se encuentra activado entonces el quemador inicia su ciclo de encendido, al forzar esta señal con "1" se activa el encendido del quemador si se coloca después el forzamiento "0" no se apaga la secuencia en necesario activar el paro de quemador.
- ⇒ "O:0/6".- La salida cuando se activa energiza un relevador de control "4030CR" indicado como el paro de quemador con un contacto cerrado en la línea "806" abre el circuito de alimentación del arranque de quemador para apagar el quemador, si la salida es forzada a un "1" entonces el paro abre el circuito de control del quemador si se puede forzar un "0" entonces el circuito permite el paso de la corriente y puede encender el quemador.
- ⇒ O:4/0.- La salida pertenece a una tarjeta que se encuentra en el espacio número cuatro y esta conectada al foco rojo de la torreta luminosa localizada en la parte superior del tablero de control, al forzar la señal con un "1" se enciende la lampara roja "5003LT" de tablero en falla y al forzar con un "0" se apaga la señal.
- ⇒ O:4/1.- Salida conectada a la lampara verde de la torreta luminosa indicando que el tablero se encuentra en automático. Al forzar la salida con un "1" se enciende la lampara "5004LT" y al forzar con un "0" se apaga el foco.
- ⇒ O:4/2.- Salida conectada a la alarma sonora del tablero de control al forzar la señal de esta salida con un "1" se oye sonar la alarma y al forzar con un "0" esta señal se calla.



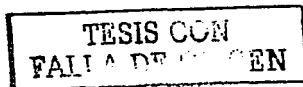
#### 4.6 PRUEBAS A SEÑALES ANALÓGICAS.

En el sistema existen dos señales analógicas señal de entrada de RTD marcada con la dirección I:1.0 indica la temperatura del proceso y una señal de salida marcada con la dirección O:2.0 que envía una señal de 4 a 20 mA al actuador del tren de válvulas.

##### Entradas Analógicas.

La señal de entrada analógica se prueba con el software Rs Linx activado para establecer comunicación entre el PLC y la PC. La secuencia es la siguiente: se abre el software RS Logix para tener en línea el programa de pruebas, se inserta un renglón con la instrucción "MOV" con el dato de entrada I: 1.0 y el destino con cualquier dirección (N7: 0 por ejemplo).

Físicamente se acerca una fuente de calor a la punta del RTD ( puede ser un cerillo, una secadora de pelo, cualquier antorcha) se debe aumentar la temperatura del sensor, en la computadora aparece la temperatura ambiente antes de acercar la fuente de calor y como aumenta el dato cuando el elemento medidor se calienta poco a poco, el debe compararse con un testigo, es decir, un sensor de temperatura independiente si existe alguna diferencia significativa se debe revisar la configuración del canal del PLC debe estar listo para recibir una señal de RTD.

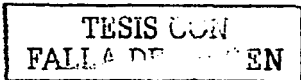


### Salidas Analógicas.

La salida analógica se comprueba manteniendo comunicado el PLC con la PC para tener en línea el sistema con el programa de pruebas ahora se inicia con un renglón donde se inserta una instrucción "MOV" con entrada de una dirección cualquiera como referencia se puede tener por ejemplo la "N7:1" solamente se utilizara como pruebas de funcionamiento, en primer lugar se introduce un valor pequeño que este es el rango de 0 a 32767, por ejemplo 200 esto quiere decir que se ha enviado un valor entre 0 y 20 mA a la salida O:2.0 para este valor proporcionalmente debe aparecer un valor cercano a cero y aumentar con el aumento del dato. Para poder medir este valor se requiere un amperímetro para corriente directa con escala de 20 mA, conectando una punta en la parte negativa y la otra en la parte positiva de la salida de la tarjeta cuando se introduce en el máximo valor de la señal analógica en el amperímetro debe leer 20 mA. Después de comprobado el correcto funcionamiento del sistema PLC se da el dato de 4 mA. "4993" y el actuador debe cerrar completamente, de lo contrario se introduce el valor de "32767" se debe abrir completamente el actuador. Dichos valores son los que corresponden para la tarjeta de salidas Analógicas.

Las pruebas pueden ser realizadas en cualquier tipo de salida para cambiar el tipo de salida a probar se ejecutan los pasos siguientes:

- ⇒ En el menú del lado izquierdo del software RS Logix se elige "I/O configuration".
- ⇒ Se escoge "Analog output configuration".



#### CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS

- ⇒ Se habilita la salida requerida "O:2.0" oprimiendo "Enable".
- ⇒ Existe una lista de rango para salida " Output Range Selection" y se escoge la requerida.
- ⇒ Se escoge el tipo de salida requerida (Proporcional, Unidades de ingeniería, escala de PID o Porcentaje).

Los datos que se introducen en la instrucción de programación son de acuerdo a la salida como se indica en la tabla 4.1 estos valores aplican para entradas y salidas analógica.

Rango de Entrada Normal	Rango de Señal de escala total del módulo	Datos procesar sin proporcionales	Unidad de Ingeniería	Escala para PID	Porcentaje de rango total
-10 V a +10 VCC	-10.5 VCC a +10.5 VCC	-32767 a +32767	-10500 a +10500	-410 a +16793	N/A
0 V a 5 VCC	-0.5VCC a +5.25VCC	-3121 a +32767	-500 a +5250	-1638 a +17202	-1000 a +10500
0 V a 10 VCC	-0.5 VCC a +10.5VCC	-1560 a +32767	-500 a +10500	-819 a +17202	-500 a +10500
4 mA a 20 mA	3.2 mA a 21 mA	4993 a 32767	3200 a 21000	-819 a 17407	-500 a 10625
					Continúa

1 a 5 VCC	0.5 V a 5.25 VCC	3121 a 32767	500 a 5250	-2048 a +17407	-1250 a 10625
0 mA a 20 mA	0 mA a 21 mA	0 a 32767	0 a 21000	0 a 17202	0 a 10500

TABLA 4.1 Tabla de valores para tarjeta PLC analógica

#### 4.7 ARRANQUE

Se carga el programa de PLC de la Computadora personal iniciando el software RS Linx y el Rs Logix se abre el programa llamado "tesis" en el menú principal se escoge abrir (open), se elige en el menú comunicaciones (Comms) y despues bajar programa (Download) y se desconecta la computadora.

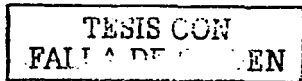
Se conecta la computadora y se conecta a la terminal de monitoreo (Panel view) se abre el software "Panel Builder" se abre la aplicación que construimos y llamamos "tesis" se abre el menú principal en Archivo (file) y después bajar programa (Download) se puede desconectar la computadora cuando termine de cargar el programa.

Se coloca el cable marcado en la gráfica 3.13 entre el PLC y la terminal de monitoreo se comunican automáticamente.

La terminal de monitoreo se inicia en la pantalla menú ahora con las flechas de navegación se coloca en la leyenda "PID" y se oprime la tecla "entrar" para cambiar de pantalla al cambio de parámetros para poner los siguientes :

#### CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS

- ⇒ El límite de alta temperatura en este proceso será de 300 °C .
- ⇒ La Temperatura de proceso es un dato de lectura.
- ⇒ El punto de ajuste (Set Point) se coloca en 200°C.
- ⇒ La apertura máxima es un dato de lectura.
- ⇒ El tiempo se purga se coloca en 120 segundos .
- ⇒ La salida máxima se coloca en 100 %.
- ⇒ El valor de "P" se coloca en 3000
- ⇒ El valor de "I" se coloca en 50.
- ⇒ El valor de " D" se coloca en 10.



Los valores PID se colocan de esta manera para una rápida respuesta en el cambio de temperatura, si se requiere una respuesta más lenta se disminuye el valor Proporcional. Los valores de los parámetro son solo un ejemplo para un sistema que utiliza una temperatura de proceso de 200°C los parámetros pueden variarse de acuerdo a las necesidades del producto introducido en el sistema de combustión.

Después de colocar los datos correctos se regresa a la pantalla "Menú" con las flechas de navegación y se busca la pantalla arranque/paro. Se toca el botón de arranque de motor de ventilador y se indica que el aire se encuentra en la presión correcta. Se espera que la purga cumpla con el tiempo preestablecido y en la parte baja de esta pantalla se indica el tiempo transcurrido de purga. Con la purga terminada aparece la leyenda: Límites Correctos, se toca el botón de arranque de quemador. Se realiza la secuencia de encendido de quemador en

"Fuego Bajo", esto quiere decir que la alimentación de Gas y aire se encuentra a su capacidad mínima. Cuando se detecta flama se realiza la apertura del actuador primero al 100%, cuando la temperatura de procesa se acerca al valor del punto de ajuste (Set Point) entonces el actuador comienza monitorear la relación Temperatura y Punto de ajuste.

El sistema funciona en condiciones normales hasta que sucede un evento diferente, se realiza esta prueba de fallas siguiendo los pasos:

- ⇒ Encendido el sistema y trabajando en condiciones normales.
- ⇒ Se cierra la válvula principal de alimentación de gas.
- ⇒ El sistema envía una pantalla que se sobrepone a cualquiera que se encuentre en la terminal de monitoreo de "Falla de Baja presión de gas".
- ⇒ Se toca la pantalla en cualquier punto para reconocer la falla.
- ⇒ Las válvulas automáticas se cierran y la flama se apaga.
- ⇒ Se enciende la torre luminosa roja de tablero en falla.

Las acciones a tomar después de detectar una falla de este tipo son:

- ⇒ Se oprime el botón silenciador de alarma "4006 PB".
- ⇒ Se verifica físicamente por que el sistema no tiene gas (en este caso como es una simulación solo se abre la válvula principal de alimentación de gas).
- ⇒ Se oprime el botón de Reset de Fallas "4005 PB" y se inicia la secuencia de arranque del sistema.

#### CAPÍTULO 4 PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS

Las Alarmas del quemador se coloca en rojo en acuerdo con la falla ocurrida y el "histórico de fallas" lleva un registro de las últimas 25 fallas ocurridas. Se coloca la pantalla "Layout" para tener una vista general del sistema.

Por último se regresa a la pantalla "Arranque/Paro" se toca el botón de paro de quemador se liene que dejar enfriar el sistema por un tiempo mínimo de 10 minutos para evitar deformaciones en la estructura del horno y se toca el botón de paro de motor de ventilador de combustión.

TESIS CON  
FALLA DE EN



## BIBLIOGRAFIA

- ⇒ Combustion Tecnology Manual.  
Combustion Division Industrial Heater  
Equipment Asociation USA.
- ⇒ Process Industries Catalog 61  
Fisher controls  
Woodstock, ont, Can.
- ⇒ Combustion Product Manual  
Eclipse Combustión  
A division of Eclipse Inc. Rockford Illinois.
- ⇒ Elementos de electricidad industrial  
P. Roberjot Escuela Industrial de Remus  
Tomo 5 Instalaciones interiores  
Ediciones G. Gili, s, S.A. de C.V. México 1991
- ⇒ RS Logix 500 Instruction Set Help  
Rockwell Automation  
Allen Bradley
- ⇒ Panel View Terminals  
Documentation reference guide  
Global technical services job aid  
Rockwell Automation

## CONCLUSIONES

Cuando hablamos de control de sistemas de combustión se debe pensar en seguridad y confiabilidad, un sistema tradicional cuenta con su control de combustión paro y arranque pero el mejoramiento de los mismos nos lleva al perfeccionamiento y el control especializado mediante la automatización. El PLC hoy en día es la mejor solución para cualquier tipo de automatización en este caso la combustión se ve beneficiada con todas las ventajas que nos puede ofrecer un PLC en el control y monitoreo de señales digitales y analógicas. Es necesario que los estudiantes de la licenciatura de Ingeniería Eléctrica y Electrónica cuenten con los conceptos básicos para formar su propio criterio y así entender, implementar, desarrollar y mejorar los sistemas de control y monitoreo que existen actualmente en la industria de nuestro país.

Los sistemas PLC se utilizan cada vez en mayor medida en cualquier tipo de industria es necesidad de los alumnos de la carrera de Ingeniería Eléctrica aprovechar toda la documentación disponible, este trabajo trata de colaborar con un granito de arena en el vacío de información que existe en la biblioteca de nuestra escuela.

La información existente para la programación y el conocimiento de PLC's es muy pobre, definitivamente el alumno de la carrera de ingeniería que tenga el deseo de dedicarse a la automatización de procesos industriales tiene que esperar a terminar la universidad y entrar al campo laboral para tener sus primeros

## CONCLUSIONES

contactos con estos equipos que se ven a diario en la industria nacional y extranjera.

Este trabajo de tesis ayudara en gran medida a todos aquellos alumnos que tengan la inquietud de conocer un PLC dedicado a una aplicación específica y lo mas importante una aplicación real que pueden encontrar en un futuro no muy lejano en su campo de trabajo.

El programa del PLC para este trabajo de tesis cumple con las expectativas esperadas por que enseña como introducir a una secuencia, un contacto abierto, un contacto cerrado, un temporizador, una instrucción PID, instrucciones de movimiento analógicas, se muestra la nomenclatura y el orden en que se debe acomodar cada instrucción en una aplicación real.

También se incluye el programa de monitoreo utilizando instrucciones de botones, lamparas, leyendas de aviso y alarmas, iniciando en una pantalla menú que nos permite navegar por las otras pantallas, nos enseña como arrancar equipos ( motores, quemador, etc.) desde la misma pantalla con un sistema totalmente automatizado.

Se incluye en este trabajo de tesis los conocimientos básicos del sistema de combustión para un quemador y un sistema de monitoreo con una terminal visual con pantallas que además tiene control, en la elaboración de este trabajo se considero tecnología de punta, la cual un alumno egresado de la carrera de Ingeniería eléctrica se encontrara en su vida laboral diaria.

Lo que se aporta para los que se interesen en este trabajo de tesis es introducirse al mundo de la automatización con PLC's en un nivel muy básico, con

## CONCLUSIONES

un monitoreo y control dedicado específicamente a la aplicación enfocado a un sistema de combustión con el quemador TJ-100.

Se busca alentar a los compañeros universitarios a ganar interés por la programación de maquinaria basada en sistemas con PLC y ayudar para evitar que industrias mexicanas contraten personal extranjero para la programación de sus equipos, si desde la universidad se familiariza al alumno con equipos de tecnología actual al llegar a la industria se le facilitara un poco el camino.

Los programas de PLC y Terminal de monitoreo cumplen con los objetivos propuestos ya que enseñan básicamente como realizar un programa de control PLC y un programa de monitoreo en pantallas con una terminal aplicados a un sistema de combustión.