

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



## **AUTOMATIZACIÓN DE UN QUEMADOR DE GASES RESIDUALES DE UNA PLANTA DE DESPACHO DE HIDROCARBUROS**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**

**ALAN CHRIS BRAVO BELTRÁN**

**PROMOCIÓN  
2006- I**

**LIMA – PERÚ  
2010**

**AUTOMATIZACIÓN DE UN QUEMADOR DE GASES RESIDUALES DE UNA PLANTA  
DE DESPACHO DE HIDROCARBUROS**

A mis padres y hermanos por tener la paciencia de esperarme con tanta vehemencia.

A los profesores titulares y asistentes de la Universidad Nacional de Ingeniería, por los aportes académicos y amistosos.

## **SUMARIO**

Una de las áreas más contaminantes de una refinería es la planta de despacho de combustibles, en esta área se suministra los diversos productos que genera la refinería a los camiones cisternas, a los cuales se les conecta una manga de extracción de gases residuales que son luego incinerados en un quemador de gases tipo cerrado. La automatización del quemador de gases residuales provee al sistema de una alta eficiencia y autonomía de trabajo, lo que permite que no sea necesario el empleo de personal adicional exclusivo para el control del incinerador. El uso del PLC como sistema centralizado implementa un control generalizado de los diversos sectores que componen al quemador (el “skid” de gas, el tren de válvulas y la torre de incineración), en forma automática. El uso eficiente de los diversos instrumentos de control y verificación que se agregan para la automatización del sistema dependen de la lógica que se le ingrese al PLC por medio del software, esta lógica permite también disminuir el tiempo de inoperatividad del sistema debido que al detectar un error en el proceso se mostrara un mensajes en el visor describiendo las causas que inducen que el quemador se encuentre fuera de servicio, lo que posibilita afrontar directamente los diversos errores en un corto plazo de tiempo. Una vez terminada la instrumentación del quemador se determinó el protocolo que se debe seguir para el encendido y apagado seguro del sistema lo que generó dos modos de operación: modo automático y modo manual. La automatización del sistema brinda una alta eficiencia en la eliminación de gases residuales, lo que conlleva a disminuir cuantiosamente la contaminación aérea del medio ambiente.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	3
1.1 Descripción del problema.....	3
1.2 Objetivo del trabajo.....	4
1.3 Evaluación del problema.....	4
1.4 Limitaciones del trabajo.....	4
1.5 Síntesis del trabajo .....	5
<b>CAPITULO II</b>	
<b>MARCO TEORICO CONCEPTUAL</b> .....	7
2.1 Antecedentes del problema.....	7
2.2 Bases teóricas.....	7
2.2.1. Planta de despacho.....	7
2.2.2 Camión cisterna.....	8
2.2.3 Quemador de gases residuales tipo cerrado.....	10
2.3 Definición de términos.....	14
<b>CAPITULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA DE LA AUTOMATIZACIÓN</b> .....	16
3.1 Alternativas de solución.....	16
3.2 Solución del problema.....	16
3.2.1 Evaluación de los requerimientos para la automatización.....	17
3.2.2 Resumen del sistema.....	19
3.2.3 Alcance del suministro.....	21
3.2.4 Condiciones del proceso.....	22
3.2.5 Condiciones del sitio.....	22
3.2.6 Requisitos de servicios básicos.....	23
3.3 Descripción del control del sistema.....	23
3.3.1 Resumen de instrumentos. ....	23

3.3.2 Descripción de la secuencia de arranque.....	29
3.3.3 Programa del PLC.....	37
3.3.4 Alarmas del sistema.....	40
3.3.5 Lista de operadores e indicadores.....	41
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>PRESENTACION DE RESULTADOS EN LA OPERACIÓN DEL SISTEMA.....</b>	<b>42</b>
4.1 Modalidad automática.....	42
4.2 Modalidad manual.....	44
4.3 Paro del sistema.....	44
4.4 Presentación de resultados.....	45
4.5 Presupuesto del proyecto.....	46
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXO A</b>	
<b>LÓGICA LADDER DEL SISTEMA.....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXO B</b>	
<b>OPERADORES E INDICADORES DEL SISTEMA.....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXO C</b>	
<b>AJUSTES INICIALES DEL SISTEMA.....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXO D</b>	
<b>ESQUEMA DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DEL QUEMADOR DE GASES.....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO E</b>	
<b>STOCK DE INSTRUMENTOS RECOMENDADOS PARA EL QUEMADOR DE GASES .....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO F</b>	
<b>FUNCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS.....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO G</b>	
<b>HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE LOS INSTRUMENTOS.....</b>	<b>73</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>94</b>

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la protección del medio ambiente ha tomado gran relevancia por parte de las diferentes naciones en el mundo que tratan de incentivar formas de disminuir las emisiones de gases contaminantes hacia la atmosfera. El Perú no es ajeno a esta realidad, el creciente fortalecimiento de nuestra industria generadora de combustibles, derivados del petróleo y del gas natural involucra un crecimiento en los niveles de contaminación de los gases que se generan en el proceso de refinamiento del producto. Uno de las áreas más contaminantes en una refinería es la planta de despacho, debido a que la carga de los diferentes combustibles en los camiones cisternas genera el desprendimiento de gases residuales altamente contaminantes a la atmosfera. Por tal motivo el gobierno peruano, siguiendo el ejemplo de diferentes naciones, a partir del 01 de octubre del año 2002 por D.S. 045-2001-EM instauró la obligatoriedad de usar quemadores de gases residuales en las plantas de despacho de las refinerías dentro del territorio nacional y designo al OSINERG como órgano de aprobación y control del mismo.

Los quemadores de gases residuales son los encargados de incinerar los gases que se generan en la carga de combustibles en las plantas de despacho. El control que se tiene de un quemador de gases en forma manual es muy limitado debido a que se necesita de operadores que estén constantemente monitoreando las diferentes partes del mismo, lo que genera un alto grado de peligrosidad debido a que este sistema se encuentra en una área restringida a menudo a temperaturas por encima de los 1000°C. La baja eficiencia del control manual en las fallas del sistema nos obliga a implementar la automatización del quemador de gases residuales. Automatizar el quemador nos proporciona la posibilidad de autocontrol del sistema, monitoreando constantemente el quemador y de sus diferentes áreas de preparación del gas residual, auto regulando el ingreso del gas hacia el área de quemado para que se realice una eficiente y segura combustión, en caso de existir algún problema el sistema desactivara el quemador en forma segura, bloqueando instantánea el ingreso del gas y nos dará un mensaje de error identificando la causa del paro de emergencia.

El quemador cerrado de la planta de despacho se instrumenta con un sistema de control centralizado mediante un PLC que controla los diferentes instrumentos que compone el quemador, los instrumentos serán elegidos en función a su nivel de seguridad que brinden y a su resistencia al medio corrosivo de una refinería cercana al mar. El uso del PLC nos brinda la posibilidad de realizar modificaciones por medio de software y seguir añadiendo nuevos instrumentos al diseño en un futuro. Se analiza las necesidades de cada elemento del quemador y de acuerdo a este análisis se evalúa el instrumento adecuado que pueda controlar la acción a realizar vinculado con el PLC.

Una vez realizada la instrumentación del quemador y agregado el programa de control por medio de software al PLC, se genera dos modos de operación: automático y manual. Debido a la complejidad de control del sistema el modo de operación del quemador es el modo automático, dejando el modo manual para realizar pruebas de diagnóstico del soplador de gases del sistema de quemado.

Los resultados del presente informe muestran que automatizar el quemador de gases residuales cerrado genera una alta eficacia en la eliminación de gases contaminantes, alcanzando niveles del 99.9% de eficiencia, mitigando el proceso de contaminación que conlleva tener el sistema fuera de servicio o por una ineficiente operación de los operadores.

## **CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción del problema.**

En la actualidad la protección del medio ambiente ha tomado gran importancia por parte de los departamentos gubernamentales de los diferentes países, en Perú la reciente creación del Ministerio del Ambiente demuestra el compromiso de este hacia el cambio climático como consecuencia del calentamiento global.

En las plantas de despacho de las Refinerías de Petróleo, se demostró que las mayores emisiones de vapores de hidrocarburos ocurren durante la carga del combustible y la extracción de gases contenidos de los remanentes de hidrocarburos en los camiones cisternas. También contribuyen en menor escala con las emisiones de gas en las instalaciones con productos de petróleo, los respiraderos en tanques no presurizados, las filtraciones en válvulas y tuberías, los derrames, los desperdicios líquidos descubiertos, y las descargas de gas presurizado (por ejemplo, fugas de gas propano).

En el Perú, es el Ministerio de Energía y Minas el órgano de Estado encargado de normar la producción y despacho de productos derivados de hidrocarburos, en cumplimiento del artículo 13° del DS 045-2001-EM del Ministerio de Energía y Minas [1], que a la letra dice:

#### **Artículo 13°.- Sistemas de despacho y sistemas de quemado o procesado de gases**

Los sistemas de despacho a Medios de Transporte Terrestre para Combustible Líquidos de Clase I y II<sup>1</sup>, así como para los Otros Productos Derivados de los Hidrocarburos que cumplen con los criterios de Clase I y II señalados en el Artículo 4° del presente Reglamento, deberán ser de carga por el fondo con recuperación de vapores, excepto aquellos que normalmente son despachados a temperaturas por encima de la ambiental.

---

<sup>1</sup>Los combustibles líquidos clase I son aquellos con punto de inflamación menor de 37,8°C como el Isooctano y el n-heptano y los de clase II con punto de inflamación entre 37,8°C y 60°C como los Solvente 3, Gasolina, Kerosene, Turbo y Diesel<sup>2</sup>

Estos sistemas de carga por el fondo deberán contar con:

- a) Sistema de detección y bloqueo por sobrellenado
- b) Sistema automático de corte de despacho por pérdida de puesta a tierra.

Asimismo, deberán tener un sistema de quemado o procesamiento de gases, a fin de evitar que los vapores recuperados de los Medios de Transporte Terrestre, sean liberados al ambiente. Dicho sistema deberá ser previamente aprobado por OSINERG.

Por lo tanto, toda Planta de Despacho de una Refinería debe contar con un sistema de quemado o procesamiento de gases, para reducir y controlar las emisiones de contaminantes gaseosos hacia la atmosfera, que son generados por la carga de combustible y por los gases contenidos en los camiones cisternas.

## **1.2 Objetivo del trabajo.**

Automatizar un sistema de quemado de gases residuales, utilizando un quemador tipo cerrado en una planta de despacho de una refinería y reducir la emisión durante la carga de combustibles.

## **1.3 Evaluación del problema**

La emisión de gases residuales que se produce durante la carga de las cisternas en una planta de despacho hacia el medio ambiente es una de las principales fuentes de contaminación ambiental que genera una refinería de hidrocarburos. El Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos, D.S 015-2006-EM, en su anexo 4 establece que el límite máximo permisible para emisiones atmosféricas de compuestos orgánicos volátiles (combustibles), es de  $20\text{mg/m}^3$  en condiciones normales durante un promedio de 24 horas. Por lo tanto es necesario contar con un sistema automatizado de quemado de gases residuales para la eliminación en forma eficiente de los compuestos orgánicos, disminuyendo los gases contaminantes hacia el medio ambiente.

## **1.4 Limitaciones del trabajo**

El presente informe está relacionado con la industria del petróleo, siendo las fuentes de informaciones relativamente escasas e inaccesibles para las personas que no estén involucradas en esta industria, por ser consideradas áreas restringidas y de manejo exclusivo del personal calificado en la producción de combustibles, durante la recopilación

de información del tema en las bibliotecas de las diferentes facultades de electrónica consultadas no se encontró información referente al tema específico. La aplicación de este proyecto se restringe a un número muy reducido de empresas, debido a que la industria petrolera en el Perú se encuentra en un proceso emergente actualmente y que las inversiones que son necesarias para poder desarrollar este tipo de modificaciones a los quemadores de gases existentes son muy altas por lo que normalmente no se aplican en la industria local y se opta por el método manual el cual involucra la contratación de personal exclusivo para este tipo de trabajo.

### **1.5 Síntesis del trabajo**

El trabajo se basa en la automatización de un quemador de gases residuales pre-existente de una refinería, esto debido a que el control que se tiene por parte del quemador de gases en forma manual es muy limitado, poco eficiente y muy riesgoso al contener en su interior gases explosivos que necesitan ser censados continuamente en el proceso de quemado. La estructura principal con la que se cuenta es un quemador tipo cerrado, el cual tiene la característica que no presenta llama visible durante la combustión de los gases y tener una eficiencia del 99% en la destrucción de gases por combustión, lo que nos asegura en consecuencia que la contaminación ambiental sea mínima y que se adapte a las normas de reglamentación por parte del Ministerio de Energía y Minas. A esta estructura se le complementa una secuencia de contenedores llamado skid de gas el cual tiene como finalidad preparar el gas combustible, que es capturado de las cisternas que se encuentran en la planta de despacho, antes del ingresar al quemador cerrado.

El proceso de automatización del sistema se basa en la instalación de sensores e instrumentos electrónicos en el recorrido del gas hacia el incinerador, los cuales verificaran el gas en forma continua desde la planta de despacho, lo preparan y regulan en el skid de gases y lo monitorean en el proceso de incineración por el quemador cerrado, lo que asegura un correcto y seguro proceso. El sistema será gobernado por un PLC que contendrá la lógica necesaria para realizar en forma continua la correcta incineración de gases y que al detectar algún tipo de problema procederá a emitir un mensaje de error al área de control y de ser necesario podrá desactivar el quemador de gases autónomamente en forma segura y enclavarlo hasta que se solucione el problema que generó su desactivación.

Se describirá las condiciones de operación del quemador en forma global y del proceso de arranque en forma automática del mismo. Se generará una lista de alarmas del sistema la cual nos dará la posibilidad de identificar las causas del error en forma más eficiente para poder así corregirlas en forma directa y de esta manera evitar que se detenga el proceso de combustión en el incinerador. Se detallará los diferentes instrumentos que involucraremos en la automatización para luego elaborar en base a estos un presupuesto el cual contemplará la adquisición e importación de los instrumentos hacia el mercado local.

Finalmente se realizará las recomendaciones para el uso adecuado del sistema, las cuales contemplaran la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo de los diferentes instrumentos y las frecuencias en los que se deberá ejecutar para asegurar el correcto e ininterrumpido funcionamiento del quemador de gases. Así mismo se señalará los diferentes instrumentos que se debe contar en stock en almacén para poder asegurar que el sistema este inoperativo el menor tiempo posible debido a que dichos instrumentos no son de producción local y su importación hacia la refinería requiere de un tiempo muy prolongado.

## **CAPITULO II MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

### **2.1 Antecedentes del problema**

Antes del año 2001 los gases residuales que se producían en la carga de combustibles en las plantas de despachos se liberaban al medio ambiente, lo que generaba una gran fuente de contaminación.

La aplicación de quemadores de gases residuales de las refinerías en el Perú se instala en mérito a la aplicación del D.S.045-2001-EM, contemplado en la cuarta disposición transitoria que a la letra dice:

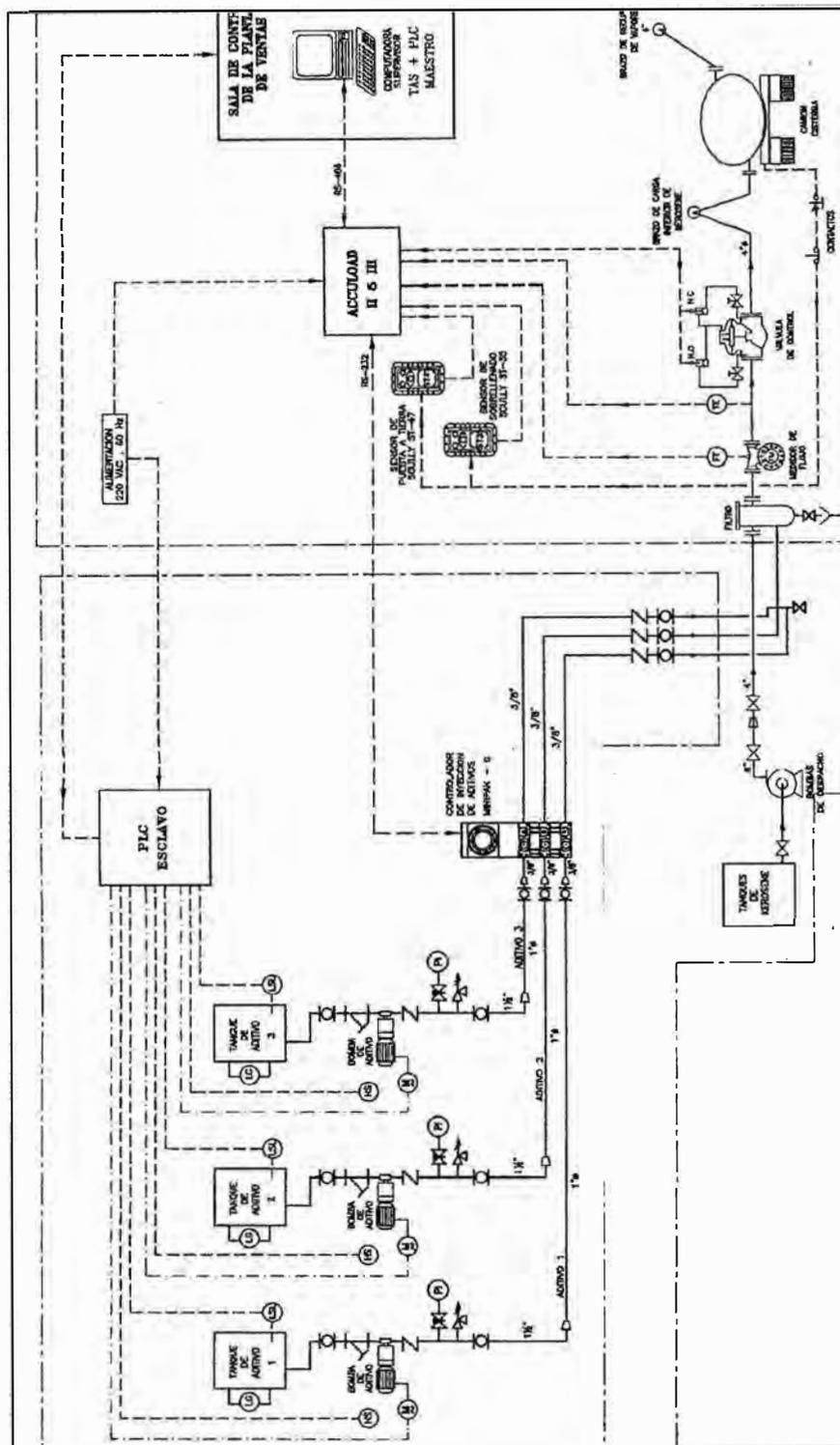
**Cuarta.-** Al 01 de Octubre de 2002, las Plantas de Abastecimientos existentes deberán tener instalado el sistema de quemado o de procesamiento a que se refiere el Artículo 13° del presente Reglamento.

La implementación de un quemador de gases no automático involucra la contratación de personal exclusivo que verifica el correcto funcionamiento del sistema durante la operación, el tiempo prolongado en la solución de problemas debido a que no se cuenta con un diagnóstico continuo de todo el sistema, siendo el nivel de peligrosidad muy alto por el posible sobrecalentamiento del sistema o la elevada concentración de gases que se puede generar en el proceso de incineración.

### **2.2 Bases teóricas**

#### **2.2.1 Planta de despacho**

Es el área dentro de una refinería encargada de la distribución de los combustibles generados por el proceso de destilación del petróleo de las diferentes aéreas de producción de la misma refinería. Dicha área cuenta con zonas de despacho o también llamadas isletas en las cuales se distribuyen los combustibles a los camiones cisternas.



**Figura 2.1** Esquema de control automático de una planta de despacho

### 2.2.2 Camión cisterna

El camión cisterna es una de las muchas variedades de camión que sirve para el transporte de combustibles líquidos como gasolina, diesel, glp y otros, los cuales están regulados por su peligrosidad. Los camiones cisternas que cargan combustibles en la Refinería cuentan en su diseño con un número determinado de bocas de carga (según el



### 2.2.3 Quemador de gases residuales tipo cerrado

La destrucción térmica para gases es el proceso que trata de convertir las emisiones de vapores orgánicos en corrientes gaseosas de dióxido de carbono y agua mediante un proceso de combustión completa.

Los quemadores térmicos dependen del contacto entre el contaminante y la llama de combustión a alta temperatura para oxidar los contaminantes.

El quemador de gases residuales tipo cerrado es un quemador dedicado, diseñado específicamente para poder eliminar los gases residuales de los compuestos orgánicos con una alta eficiencia, independiente del quemador principal de la refinería, lo que evita la formación de una contrapresión generada por los gases residuales producidos por las diferentes áreas de producción de la refinería.

Normalmente, la concentración de compuestos orgánicos en los procesos industriales es demasiado baja para poder proporcionar una combustión automantenida. Se necesita un aporte adicional de energía que puede ser eléctrica o con un combustible como el gas natural. Las temperaturas de operación varían entre 650°C - 1200°C y se suelen obtener conversiones superiores al 95% [2].

Entre los beneficios del quemador tipo cerrado se tiene:

- La llama no es visible en comparación de los quemadores tradicionales.
- La eficiencia de destrucción típica de los gases residuales es más del 99%.
- La generación de humos del proceso de combustión de gases es mínima, reduciéndose consecuentemente la contaminación ambiental
- Se reduce la radiación de calor hacia su entorno.
- Tiene la capacidad de alcanzar temperaturas de trabajo que se encuentran alrededor de los 1000°C

#### a) Sistema de acondicionamiento del quemador de gases

Para acondicionar los gases provenientes de las cisternas es necesario eliminar primero las trazas de hidrocarburo líquidos de los vapores no condensados en el recipiente vertical de las isletas, para lo cual se instala un recipiente separador llamado “Knock Out”, el cual

tiene como objetivo atrapar los condensados a temperatura ambiente de los gases residuales de los combustibles. El siguiente paso es enviar los gases hacia el quemador sin la posibilidad de retorno, para lo cual nos valdremos de la ayuda de un soplador de gas. El paso final antes del ingreso de los gases al quemador será el acondicionamiento que garantice eliminar cualquier posibilidad de retroflama en el momento de la ignición, para tal objetivo, contemplaremos la instalación de un recipiente de sello líquido, acompañado de un arrastrador de flama (Flame Arrestor), un quemador tipo antiflash asistido con gas y un piloto de ignición, con combustión encubierta dentro de un cilindro vertical (15 mt de altura), recubierto internamente de refractario capaz de soportar 2500°F, para proteger la estructura de las altas temperaturas a la cual está sometida.

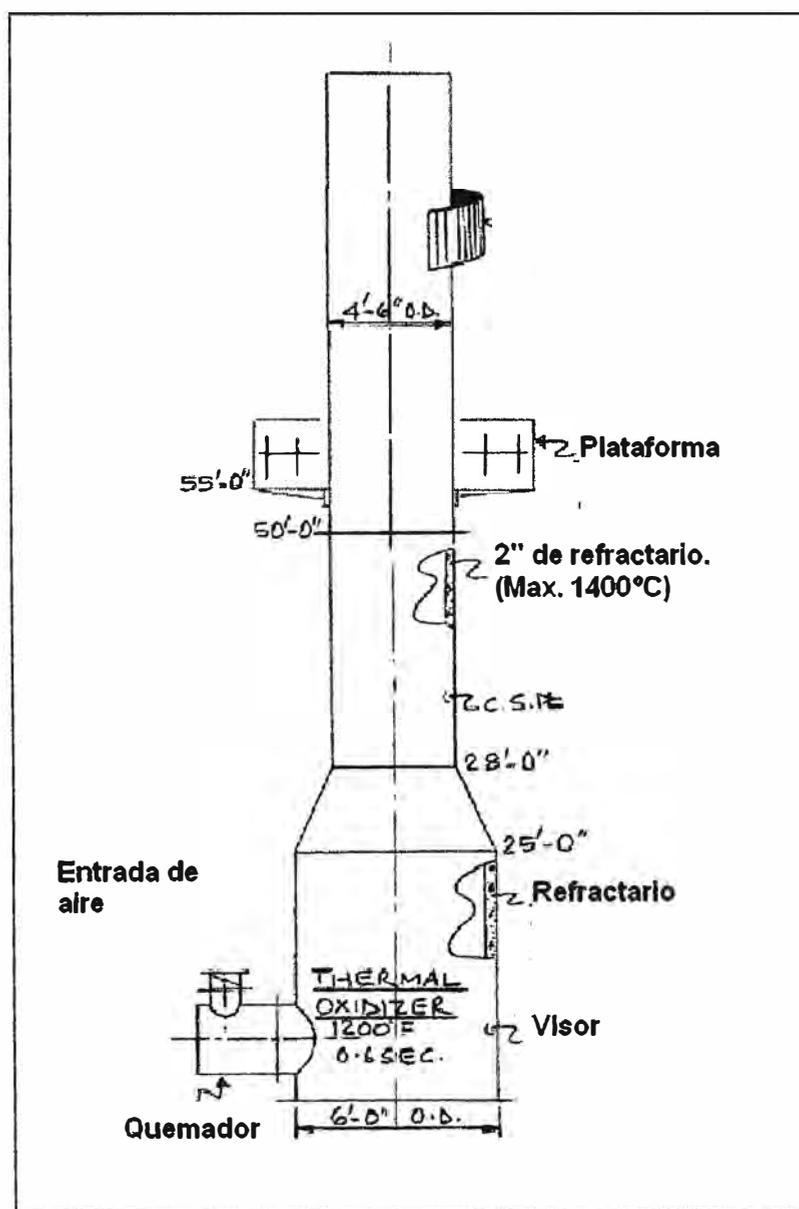
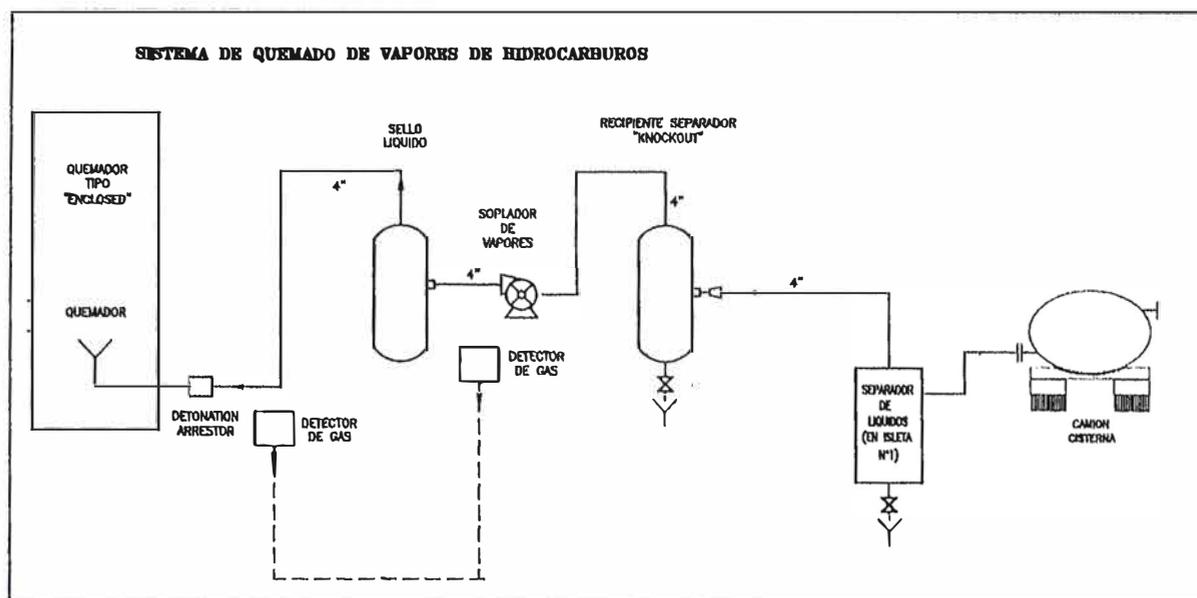


Figura 2.3 Esquema de la torre de quemado del sistema enclosed



**Figura 2.4** Esquema del sistema de acondicionamiento de gases del quemador tipo enclosed

### b) Funcionamiento de un quemador cerrado

Los gases residuales provenientes de las cisternas son recolectadas por una tubería colectora de 10", luego ingresan al recipiente separador vertical 36D9, en donde se separan pequeñas cantidades de líquido que se forman por la condensación de los hidrocarburos a la temperatura del medio ambiente. Los vapores no condensados son enviados al recipiente separador Knock Out (36D24) donde se eliminan de los vapores de hidrocarburos cualquier traza de hidrocarburos líquidos que estos puedan generar. Los hidrocarburos líquidos que se recolectan en los recipientes 36D9 y 36D24 se envían a la red de desagües aceitosos.

Los vapores de hidrocarburos salen del recipiente separador Knock out (36D24), por una tubería de 4"Ø y a través del soplador 36J1 son enviados al recipiente de sello líquido 36D25, donde los hidrocarburos gaseosos burbujan en agua, antes de salir del recipiente y dirigirse al quemador, por una línea de 4"Ø.

Los vapores de hidrocarburos del recipiente de sello líquido pasan por un "Flame Arrestor" y luego al quemador térmico donde se produce la incineración de los mismos.

El piloto de encendido del quemador 36H1 es alimentado por gas combustible proveniente de la refinería por una tubería de 1"Ø.

El gas de refinería se usará también como un gas de apoyo cuando no existan camiones cisterna en la operación de despacho en las isletas de la planta.

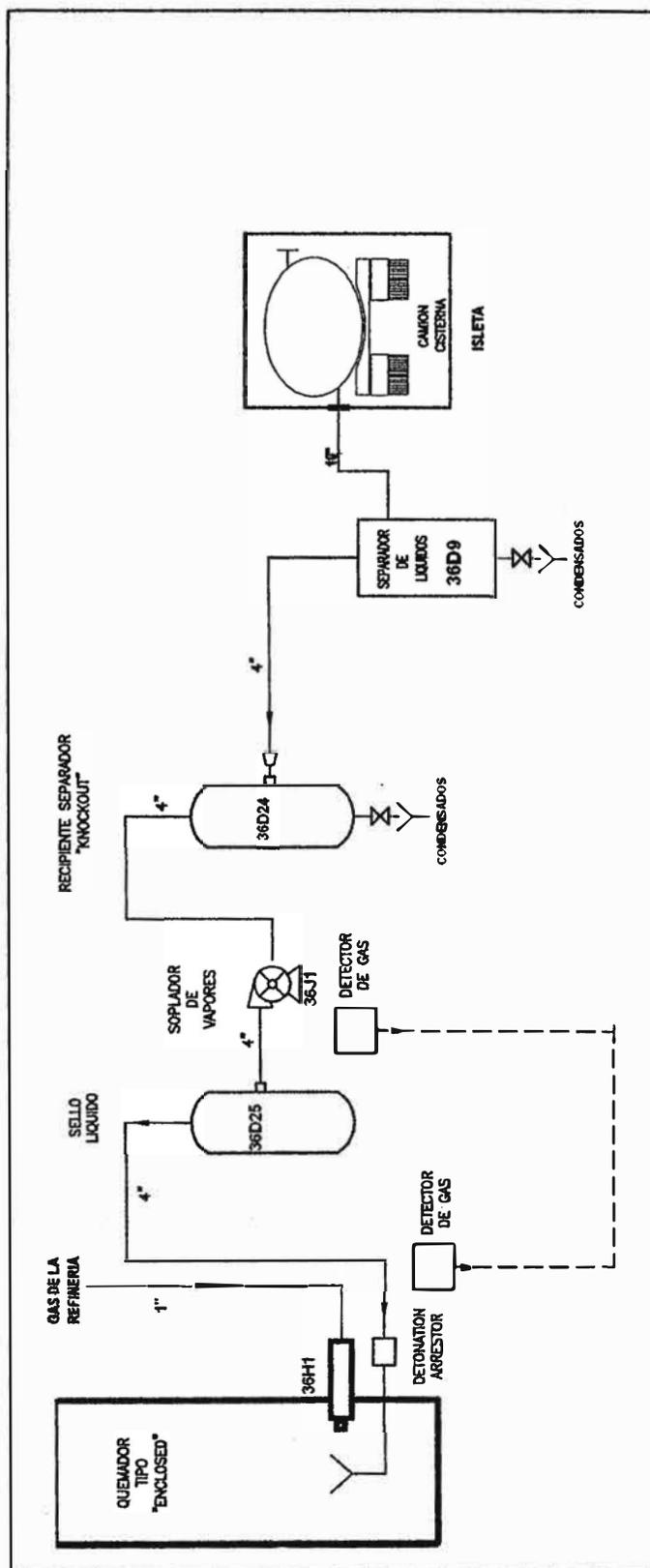


Figura 2.5 Esquema del proceso

### 2.3 Definición de términos

**Dampers:** Un dispositivo mecánico en un ducto o chimenea que regula el flujo de aire.

**Drum:** Recipiente metálico cilíndrico que forma parte del proceso del “skid” de gas.

**Enclavamiento:** Dispositivo de protección mecánico, eléctrico o de cualquier otra tecnología, destinado a impedir el funcionamiento de las funciones peligrosas de una máquina bajo determinadas condiciones (generalmente mientras un resguardo no esté cerrado).

**Enclosed:** Terminología que se aplica a los quemadores que los categoriza por no presentar fuego visible y que irradian menor cantidad de energía calorífica.

**Flame arrestor:** Es un dispositivo que detiene la combustión de los combustibles extinguiendo la llama. Se utilizan para detener la propagación de fuego abierto, para limitar la propagación de un evento explosivo que se ha producido, para proteger que las mezclas potencialmente explosivas se enciendan, etc.

**Flare:** Es un dispositivo de seguridad de alivio de presión por incineración utilizado en toda la industria del petróleo. Se utiliza para garantizar que el gas que se produce del proceso no supere los límites establecidos de seguridad e integridad de la unidad productora.

**Gases residuales:** Gas obtenido como subproducto durante el proceso de desintegración (cracking) y está compuesto principalmente por metano.

**Hidrocarburo:** Grupo de compuestos orgánicos que contienen principalmente carbono e hidrógeno. Son los compuestos orgánicos más simples y pueden ser considerados como las sustancias principales de las que se derivan todos los demás compuestos orgánicos. Los hidrocarburos más simples son gaseosos a la temperatura ambiente, a medida que aumenta su peso molecular se vuelven líquidos y finalmente sólidos, sus tres estados físicos están representados por el gas natural, el petróleo crudo y el asfalto. Los hidrocarburos pueden ser de cadena abierta (alifáticos) y enlaces simples los cuales forman el grupo de los (alcanos y parafinas) como el propano, butano o el hexano. En caso de tener cadena abierta y enlaces dobles forman el grupo de los alquenos u olefinas como el etileno o el propileno. Los alquinos contienen enlaces triples y son muy reactivos, por ejemplo el acetileno. Tanto

los alquenos como los alquinos, ambos compuestos insaturados, son producidos principalmente en las refinerías en especial en el proceso de desintegración (cracking). Los compuestos de cadena cerrada o cíclica pueden ser tanto saturados (cicloalcanos) como el ciclohexano o insaturados

**Isleta:** Es el área dentro de una planta de despacho de una refinería destinada al suministro de combustibles mediante mangas que están conectadas directamente a los tanques de almacenaje.

**Knock out:** Es un recipiente vertical utilizado en diversas aplicaciones industriales para separar una mezcla de vapor-líquido. La gravedad hace que el líquido se deposite en el fondo del recipiente, en la cual se instala un drenaje. El vapor viaja hacia arriba a una velocidad de diseño que minimiza el arrastre de las gotas de líquido contenidos en el vapor.

**Ladder:** También denominado lenguaje de contactos o en escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásico.

**Mantenimiento preventivo:** Estas técnicas tienen su fundamento en la estadística y la revisión periódica y sistemática que permitan tomar las medidas precisas para evitar una falla. El mantenimiento preventivo nos permite planear y programar el mantenimiento correctivo. Con esta técnica se fijan los periodos de recambio de sus partes y cambios oportunos de los equipos de relevo.

**Refractario:** Un material refractario es aquel capaz de resistir las condiciones del medio en el que está inmerso sin alteraciones importantes en sus propiedades fisico-químicas, durante un período económicamente rentable. Las condiciones del medio no incluyen únicamente el efecto de la temperatura, sino también la resistencia al ataque por fundidos, al choque térmico y, en general, todas aquellas sollicitaciones a las que vaya a estar sometido el material en servicio.

**Skid de gas:** Sistema de contenedores que se utiliza para preparar el gas que ingresará al quemador. Su función principal es evitar que todo rastro de líquido combustible ingrese al proceso de incineración.

**TIC (Temperature Indicator Controller):** El TIC es una porción del sistema de control entero encargado de comparar la temperatura real con respecto a la temperatura deseada de control, o setpoint, y proporciona una salida a un elemento de control.

## **CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 Alternativas de solución**

Para que el sistema de quemado tenga un funcionamiento sin atención constante por parte de los usuarios tiene que incorporar un grado más elevado de automatización de los controles e instrumentos del sistema. Hay tres formas de control de proceso: local, centralizado y el telecontrol. En un sistema de control local, todos los elementos de control (es decir indicadores, interruptores, relés, arrancadores de motor, etc.) se establecen adyacentes al equipo asociado. En un sistema de control centralizado, los elementos de control se articulan en una sola localización. Estos sistemas pueden incluir un panel de control cableado, un controlador lógico programable (PLC), o una computadora. El control remoto se puede lograr varias maneras incluyendo el uso de módems o de la telemetría de radio. Para seleccionar el esquema de control apropiado, las ventajas y las desventajas de cada esquema de control deben ser consideradas. Un sistema de control localizado es menos complejo, menos costoso y más fácil de implementar por parte del usuario. Los sistemas de control centralizado son los más fáciles de operar. Los encargados a menudo de la instalación se familiarizan más con el sistema de control cableado tradicional que con la lógica de control contenida en un software. Sin embargo, la lógica de proceso contenida en un software es más fácil de modificar (una vez que el operador aprende el software) que el nuevo cableado que sería necesario implementar en una modificación en el sistema local. [5]

### **3.2 Solución del problema**

El método de solución que se aplico para poder automatizar el quemador de gases es el centralizado, debido a que su estructura es más robusta e incorpora un PLC que asegura modificaciones por medio de software y la posibilidad de incorporar nuevos elementos al diseño en el futuro.

### 3.2.1 Evaluación de los requerimientos para la automatización

En la tabla 3.1 se muestra la evaluación de las diferentes necesidades de las áreas que conforman el quemador de gases tipo cerrado para poder lograr la automatización del sistema. [6]

**Tabla 3.1** Evaluación de requerimientos para la automatización del quemador enclosed

Ubicación	Necesidad	Propuesta de Solución
Línea de ingreso de gas de planta de despacho	Control del ingreso de gas desde la planta de despacho. En caso de emergencia desviar el ingreso de gas y bloquear el suministro al quemador de gases	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La instalación de una válvula motorizada para el control del venteo en caso de emergencia del gas de las isletas.</li> <li>• Para bloquear el ingreso de gas al quemador es necesario instalar un actuador eléctrico a la válvula de la línea de suministro.</li> </ul>
Recipiente “Knock out”	Verificación del nivel de condensado en el recipiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La instalación de un switch de alto nivel con una señal de alarma en el panel de control.</li> </ul>
Recipiente “Sello liquido”	Verificar que el nivel del agua en el “drum” sea el adecuado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La instalación de switches de nivel los cuales deberán estar configurados en las posiciones alta-alta, alta, baja, baja-baja. Cuando el nivel del agua active los switch alta-alta o baja-baja se desconectara todo el quemador.</li> <li>• Para poder regular el nivel de agua es necesario la instalación de un actuador eléctrico para válvula tipo bola.</li> </ul>

**Tabla 3.1** Evaluación de requerimientos para la automatización del quemador enclosed (Continuación)

Ubicación	Necesidad	Propuesta de Solución
Flame Arrestor	Verificar el nivel de seguridad del flame arrestor contra el retroceso de llama, para ello es necesario tener la temperatura en la que se encuentra el dispositivo y el periodo de tiempo que este estuvo expuesto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesario instalar una termocupla que monitoree la temperatura del flame arrestor constante</li> </ul>
Línea de ingreso de gases: piloto y del quemador	Es necesario regular el ingreso del gas las dos desviaciones del tren de válvulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La instalación de reguladores de presión en el ingreso de gases es necesaria en ambas líneas.</li> </ul>
Línea de ingreso de gas al quemador	Es necesario controlar la presión en la línea de gas, por lo que se limita una mínima y máxima presión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La instalación de presostatos de alta y baja en la línea de gas del quemador es necesario para solucionar el problema.</li> </ul>
	En caso de emergencia es necesario bloquear en forma segura el paso del gas de regulación de la planta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesario instalar válvulas con actuadores de corte que tengan indicación de bloqueo integrada.</li> </ul>
	Regular el ingreso de compensación de gas para mantener una temperatura mínima en el quemador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un actuador eléctrico con una válvula de control de flujo de gas es la solución necesaria. Dicho actuador tendrá que ser regulado por el PLC.</li> </ul>

**Tabla 3.1** Evaluación de requerimientos para la automatización del quemador enclosed (Continuación)

Ubicación	Necesidad	Propuesta de Solución
Quemador de gases	Encendido en forma segura de la llama	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesario incorporar un ignitor para generar la chispa necesaria para el encendido del piloto.</li> <li>• Como medida de seguridad debe incorporarse un detector UV para verificar la presencia de llama.</li> </ul>
	Control de la temperatura interna del quemador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesaria la instalación de termocuplas redundantes en el tope del quemador.</li> </ul>
	Disminuir la temperatura interna del quemador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesario tener rejillas comandadas por un dámper para permitir la emisión de calor del quemador.</li> </ul>

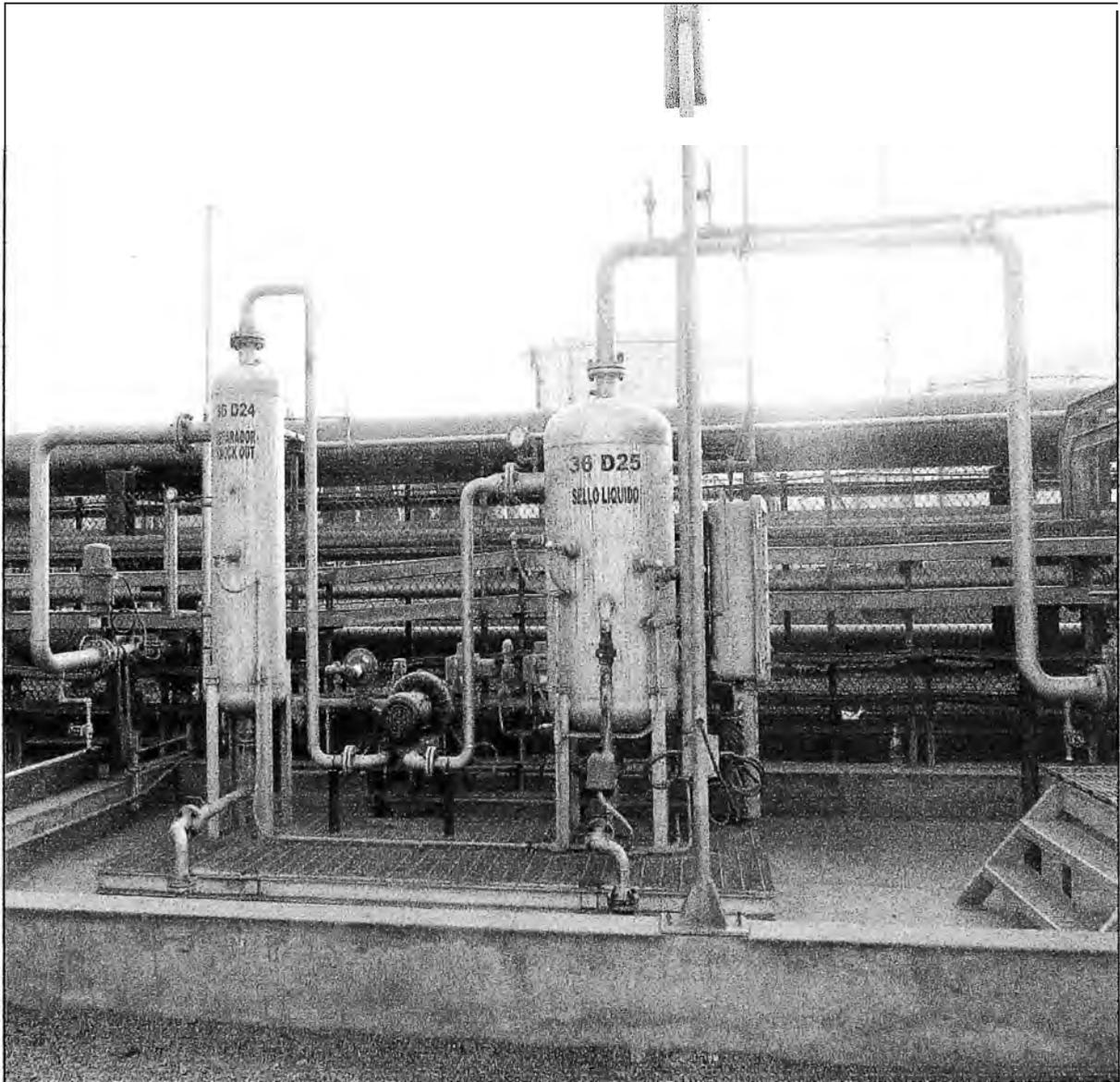
### 3.2.2. Resumen del sistema.

El quemador utiliza un elemento de ignición electrónica de forma conjunta con un sistema de control para proporcionar la ignición de los gases piloto. Un escáner Ultra-violeta (UV) prueba la fuente piloto antes de que se abra el gas quemador principal.

El sistema está diseñado con rejillas de aire modulantes para agregar combustión y/o aire de enfriamiento como fuera requerido. El flujo del gas combustible, así como la corriente de aire natural aumentara o disminuirá dependiendo de la temperatura interna del conducto del quemador térmico.

El sistema de Oxidación Térmica tiene dos conjuntos de termopares que controlan la temperatura de combustión interna, que se transmite al TIC en el tablero de control principal. El TIC modula la válvula de control para mantener 650°C. Si la temperatura

aumenta por encima de 1200°C, el sistema completo se detendrá.



**Figura 3.1.** Skid de gas

El “skid” de proceso (Figura 3.1.) incluido con el sistema utiliza un tanque de separación de líquido para recoger líquidos, un sello líquido para la protección contra fogonazos de retroceso (*anti-flashback*) y un soplador regenerativo para mantener el flujo de proceso.

La estructura del quemador térmico (Figura 3.2.) fue diseñada con una tolerancia de corrosión de 1/8" y es capaz de soportar condiciones de vientos de 90-MPH con una mínima deflexión. La sección base está equipada con un diseño base y un diseño de placas silletas para resistir momentos de giro o vuelco y cargas cortantes.



**Figura 3.2.** Estructura del quemador enclosed

### **3.2.3 Alcance del suministro.**

La siguiente tabla proporciona una lista de los equipos principales proporcionados en el proyecto:

**Tabla 3.2** Lista de equipos del quemador de gases

Ítem	Cantidad	Descripción	Material	Notas
1	1	Quemador térmico de 72" Ø	CS	
2	1	Escalera y Plataforma	CS	Galvanizado en caliente
3	1	Quemador ThermAir		Incluye Soplador de combustión
4	1	Soplador Regenerativo		Montado sobre el "skid".
5	1	Trenes de Válvulas de Control		Gas piloto y gas quemador
6	1	Válvula de Control de Flujo de 4"		Actuador eléctrico
7	1	Arrestador de Flama de 4"	CS/SS	Concéntrico
8	1	Sistema de Control de Ignición		Nema 7/4X
9	1	Skid de Proceso	CS	
10	1	Tanque de Separación	CS	
11	1	Sello liquido	CS	

CS: Carbon Steel (Acero al carbono).

SS: Stanley Steel (Acero inoxidable).

#### 3.2.4. Condiciones de proceso.

El sistema del quemador fue diseñado de acuerdo con las siguientes especificaciones de proceso:

- Tasa de Flujo de Diseño : 281 SCFM (7957 lt/min)
- Temperatura de entrada : 10 °C -37°C

#### 3.2.5. Condiciones del sitio.

Las siguientes condiciones del sitio fueron usadas para completar el diseño de ingeniería del sistema del quemador:

- Velocidad del viento de diseño : 145 Kph (Estructural) y 32 Kph (radiación)
- Zona sísmica : Mercalli 10
- Elevación : Nivel del mar

### **3.2.6. Requisitos de servicios básicos.**

Los requisitos de servicios para el sistema son los siguientes:

- Gas Combustible : 42,4 lt/h de Gas de Planta (15 psig máx.)
- Aire de instrumentos : No requerido
- Eléctrico - 3 Fases :Soplador, 460 VAC, 3Ø, 60 Hz
- Eléctrico - 1 Fase :Tablero de Control, 220 VAC, 1Ø, 60 Hz, 10 Amp

### **3.3. Descripción del control del sistema.**

#### **3.3.1. Resumen de los instrumentos.**

Los instrumentos del quemador de gases fueron diseñados para proporcionar un control y monitoreo confiable del sistema. Como resultado de su diseño, el sistema de control opera y controla el sistema con un mínimo de aporte del usuario [3][4]. A continuación se describe una lista de los componentes principales usados para controlar el sistema del quemador:

Tabla 3.3: Instrumentos usados en el quemador de gases

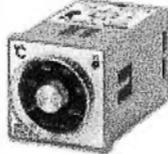
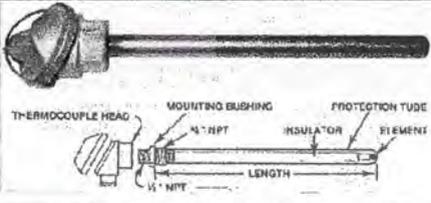
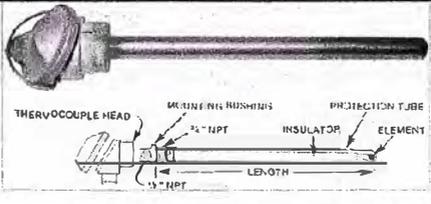
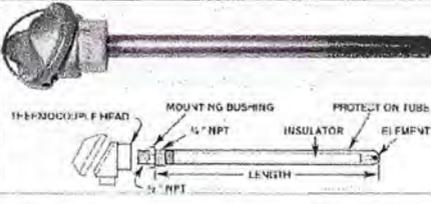
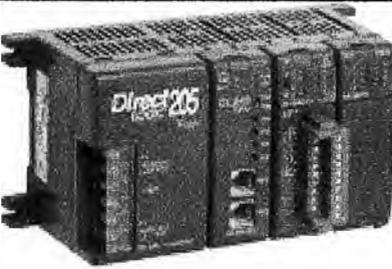
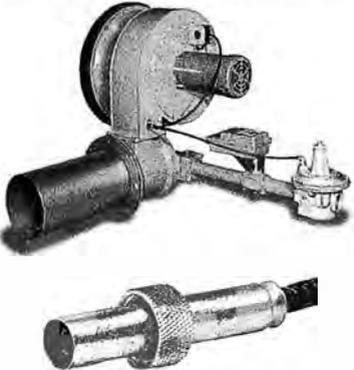
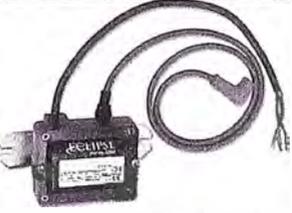
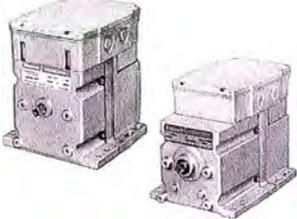
ITEM	DESCRIPCION	IMAGEN
01	<b>CONTROLADOR DE TEMPERATURA</b> <b>TAG: TC-601</b> <b>MARCA: HONEYWELL [7]</b> <b>MODELO: UDC-3300</b>	
02	<b>CONTROLADOR DE TEMPERATURA</b>  <b>TAG: TC-600</b> <b>MODELO: UDC-2300</b> <b>MARCA: HONEYWELL</b>	
03	<b>CONTROLADOR DE TEMPERATURA</b> <b>TAG: TC-300</b> <b>MODELO: E5C2</b> <b>MARCA: OMRON</b>	
04	<b>TERMOCUPLA DOBLE DE 4"</b>  <b>(MEDICION REDUNDANTE)</b> <b>TAGS: TE-300A , TE-300B</b>	
05	<b>TERMOCUPLA DOBLE DE 12"</b>  <b>(MEDICION REDUNDANTE)</b> <b>TAGS: TE-600A , TE-600B</b>	
06	<b>TERMOCUPLA DOBLE DE 12"</b>  <b>(MEDICION REDUNDANTE)</b> <b>TAGS: TE-601A , TE-601B</b>	
07	<b>PRESOSTATOS DE ALTA Y BAJA PRESION DE GAS AL QUEMADOR.</b>  <b>TAGS: PSL-100, PSH-100</b> <b>MODELO: P1XJ30</b> <b>MARCA: BARKSDALE</b>	

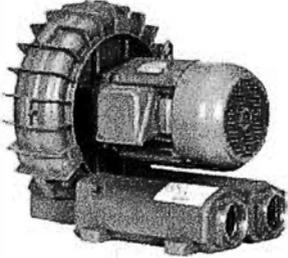
Tabla 3.3: Instrumentos usados en el quemador de gases (Continuación)

ITEM	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
08	<p><b>SWITCH DE NIVEL DE AGUA EN DRUM DE SELLO LÍQUIDO.</b></p> <p><b>TAGS:</b> LSH500, LSL500, LSSL500, LSHH500 Y LSH400.</p> <p><b>MARCA:</b> SOR</p> <p><b>TIPO:</b> 1510</p> <p><b>MONTAJE:</b> LATERAL</p>	
09	<p><b>CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC) CPU Y MODULOS DE ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES</b></p> <p><b>MARCA:</b> KOYO SERIE: 250</p>	
10	<p><b>QUEMADOR (BURNER) TERMICO CON AIRE (THERMAIR BURNER)</b></p> <p><b>INCLUYE:</b> SOPLADOR DE AIRE Y DETECCIÓN U.V. (ULTRA VIOLETA)</p> <p><b>TAGS:</b> BNR-600 (QUEMADOR), BL (SOPLADOR DE AIRE), BE-600 (UV SACANNER) 85DB</p> <p><b>MODELO:</b> TA100</p> <p><b>MARCA:</b> ECLIPSE COMBUSTIÓN</p>	
11	<p><b>TRANSFORMADOR DE IGNICIÓN</b></p> <p><b>TAG:</b> NINGUNO</p> <p><b>MODELO:</b> 841</p> <p><b>MARCA:</b> ELIPSE COMBUSTION</p>	 <p data-bbox="1047 1713 1301 1747"><i>Ignition Transformer with Bracket Kit and Ignition Cable (See Page 2 Accessories)</i></p>
12	<p><b>MODULO DE MONITOREO SEGURO DE FLAMA.</b></p> <p><b>TAG:</b> BC-600</p> <p><b>MODELO:</b> 5600</p> <p><b>MARCA:</b> VERIFLAME</p>	

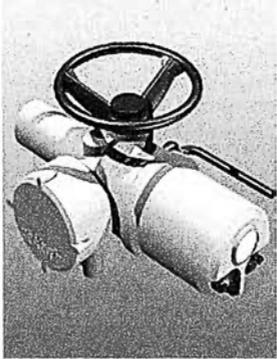
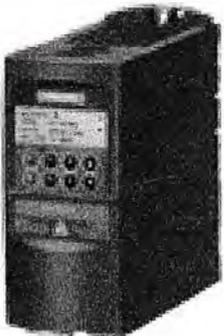
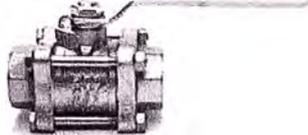
**Tabla 3.3: Instrumentos usados en el quemador de gases (Continuación)**

ITEM	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
13	<p><b>VÁLVULA Y ACTUADOR DE CORTE DE SEGURIDAD ENTRADA DE GAS AL QUEMADOR</b></p> <p>TAGS: SSV-100 / SSV-101</p> <p>MODELO: 2" FF 5000</p> <p>MARCA: MAXON</p>	
14	<p><b>ACTUADOR ELECTRICO PARA VÁLVULA DE ENTRADA DE GAS DE ISLETAS AL QUEMADOR TÉRMICO</b></p> <p>TAGS: FCV-300</p> <p>MODELO: SURE 49-5 CW</p> <p>MARCA: RCS</p>	
15	<p><b>ACTUADOR ELECTRICO PARA VÁLVULA DE CONTROL DE FLUJO DE GAS AL QUEMADOR.</b></p> <p>TAGS: FCV-100</p> <p>MODELO: MAR 10-30</p> <p>MARCA: RCS</p>	
15	<p><b>ACTUADOR ELECTRICO PARA VÁLVULA TIPO BOLA DE 2" PARA DRENAJE DE AGUA DEL 36D25.</b></p> <p>TAGS: SV501</p> <p>MODELO: MAR 10-10</p> <p>MARCA: RCS</p>	
16	<p><b>ACTUADOR ELECTRICO PARA DAMPERS DE INGRESO DE AIRE.</b></p> <p>TAGS: DPR-600, DPR-601</p> <p>MODELO: MODUTROL</p> <p>SERIE: 72</p> <p>MARCA: HONEYWELL</p>	

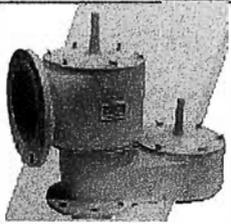
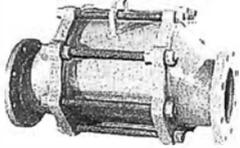
**Tabla 3.3: Instrumentos usados en el quemador de gases (Continuación)**

ITEM	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
17	<p><b>SOPLADOR DE GAS.</b></p> <p><b>TIPO: REGENERATIVO.</b></p> <p><b>MOTOR EXPLOSION PROF.</b></p> <p><b>7.5 HP 440 VAC 3PH</b></p> <p><b>TAG: 36J1</b></p> <p><b>MODELO: EN 808</b></p> <p><b>MARCA: ROTRON.</b></p>	
18	<p><b>REGULADOR DE PRESION DE ENTRADA DE GAS AL QUEMADOR.</b></p> <p><b>TAG: PCV-100, PCV-200</b></p> <p><b>MODELO: 043-182</b></p> <p><b>MARCA: EQUIMETER</b></p>	
19	<p><b>TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL PARA CONTROL DE VACIO EN LINEA DE GAS.</b></p> <p><b>TAG: DPT-300</b></p> <p><b>MODELO: 3051</b></p> <p><b>MARCA: ROSEMOUNT</b></p>	
20	<p><b>VALVULA SOLENOIDE PARA CONTROL DE INGRESO DE GAS A PILOTO.</b></p> <p><b>TAG: SV200, SV201</b></p> <p><b>MODELO: 8030</b></p> <p><b>MARCA: ASCO</b></p>	
21	<p><b>VALVULA SOLENOIDE PARA CONTROL DE INGRESO DE AGUA A DRUM DE SELLO LIQUIDO</b></p> <p><b>TAG: SV500</b></p> <p><b>MODELO: 8030</b></p> <p><b>MARCA: ASCO</b></p>	

**Tabla 3.3: Instrumentos usados en el quemador de gases (Continuación)**

ITEM	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
22	<b>VALVULA SOLENOIDE PARA CONTROL DE PURGA DE GAS.</b>  <b>TAG: SV-100</b> <b>MODELO: 8030</b> <b>MARCA. ASCO</b>	
23	<b>VALVULA MOTORIZADA PARA CONTROL DE VENTEO DE VAPORES DE ISLETAS</b>  <b>TAG: FCV-301</b> <b>MODELO: IQ</b> <b>MARCA: ROTORK</b>	
24	<b>VARIADOR DE VELOCIDAD PARA CONTROL DEL SOPLADOR 36J1</b>  <b>TAG: VFD</b> <b>MODELO: MICROMASTER 440</b> <b>MARCA: SIEMENS</b>	
25	<b>ROMPEDOR DE VACIO</b>  <b>TAG: VRV 500</b> <b>MODELO: VB14</b> <b>MARCA: SPIRAX SARCO</b>	
26	<b>VALVULAS MANUALES TIPO BOLA</b>  <b>MODELO: 82-100-01</b> <b>MARCA: APOLLO</b>	

**Tabla 3.3: Instrumentos usados en el quemador de gases (Continuación)**

ITEM	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
27	<b>VALVULA DE ALIVIO DE PRESION Y DE VACIO.</b>  <b>MODELO: 1220A</b> <b>MARCA: GROTH</b>	
28	<b>FLAME ARRESTOR.</b>  <b>MODELO: 7618</b> <b>MARCA: GROTH</b>	

### 3.3.2 Descripción de la secuencia de arranque.

#### a) Consideraciones de seguridad

La seguridad durante la operación del quemador térmico requiere que no haya mezcla de aire/gas en el sistema de quemador en ningún momento. El gas de purga, que puede consistir de gas inerte (el gas preferido), gas combustible o gas de desecho, deberá ser usado en cantidades apropiadas para evitar la entrada de aire al sistema del quemador térmico. La purga del quemador deberá ocurrir antes de la liberación del gas de desecho en el sistema y antes de que el sistema de ignición sea encendido. Los peligros por explosión podrán existir durante la operación de sistema solamente si el sistema de ignición ha sido iniciado y antes de que el sistema fuera purgado. Por lo tanto, el sistema de ignición no debe ser operado hasta que el sistema haya sido completamente purgado y el sistema esté absolutamente hermético en cuanto a gas se refiere.

#### b) Lista de verificación previa al arranque.

Los siguientes puntos deben ser verificados antes de arrancar el quemador térmico:

Verificar que todos los dispositivos eléctricos estén conectados a las fuentes de energía apropiadas.

Todas las líneas del sistema deberán estar secas y libres de suciedad y materias foráneas.

Verificar que todas las válvulas de drenaje y venteo estén cerradas y que todos los tapones de drenaje y venteo estén firmemente asegurados.

Asegurar que el regulador de gas principal esté ajustado de forma apropiada.

Bajo ninguna circunstancia se deberá operar el sistema con una indicación de falla por flama. La introducción de gases inflamables a una cámara caliente podría causar una explosión.

Bajo ninguna circunstancia se deberá introducir gases al sistema de oxidación térmica hasta que se haya indicado la prueba de piloto.

No se debe realizar ningún trabajo dentro de la cámara del quemador térmico hasta que el sistema haya sido completamente purgado y enfriado, y todas las líneas de proceso estén blindadas.

### **c) Purga del sistema.**

Existe peligro de una explosión severa en el sistema del quemador si el quemador se enciende antes de que el sistema del quemador haya sido purgado desde el comienzo del sistema hasta el quemador con un volumen de gas no-condensable igual a diez veces el volumen del sistema del quemador. El sistema del quemador incluye toda la tubería desde las válvulas de alivio hasta el quemador y el ducto ascendente hasta la elevación del quemador en el punto de combustión.

Los gases de purga apropiados incluyen el gas natural, el propano, nitrógeno, gas inerte, dióxido de carbono o butano, si el nivel de la temperatura es 32°F o superior.

El vapor como volumen de purga no se recomienda por dos razones: la primera es que el vapor está en una temperatura elevada y el contenido del vapor del quemador se encogerá a medida que el vapor se enfría y condensa para extraer el aire hacia el sistema del quemador, la segunda razón es que el vapor se condensa, el agua estará presente en el sistema del quemador, lo cual bloqueará parcialmente el sistema, que presenta un peligro por congelamiento. Además, la condensación promueve la corrosión acelerada.

El sistema del quemador está equipado con una válvula de control cerrada habitualmente en la entrada del quemador que está diseñada para abrir solamente una vez

que se satisfacen todas las interconexiones del sistema del quemador. La línea del quemador deberá ser purgada antes de operar el sistema del quemador si hay cualquier posibilidad de que se ha introducido aire a la línea (la línea del quemador incluye toda la tubería desde las válvulas de alivio hasta el quemador y el ducto ascendente hasta la elevación del quemador en el punto de combustión).

Para la purga de la línea del quemador inicial, esta válvula deberá ser abierta manualmente y luego inmediatamente regresada a la posición de cerrado. Una vez, que la purga de la línea del quemador esté completa, el sistema podrá ser iniciado.

El inicio del sistema incluye una purga de aire de dos minutos realizada por el soplador de aire de combustión del sistema. Esto asegura que todos los gases combustibles sean eliminados del quemador térmico que se encuentren dentro del encabinado antes de las secuencias de ignición iniciales.

#### **d) Resumen de controles**

Antes de intentar cualquier secuencia de ignición, se debe revisar el quemador y purgar completamente.

Cuando todas las condiciones iniciales se cumplan, el arranque comienza al presionar el botón pulsador de “SYSTEM START” (ARRANQUE DEL SISTEMA). El sistema automáticamente comienza la secuencia de ignición enviando una señal al CCM (centro de control de motores), para arrancar el soplador de aire de combustión (36J1). Cuando el soplador está funcionando y la descarga del soplador sea suficiente (PDSL-600), comenzará una purga de aire de 3 minutos.

Después del ciclo de purga la línea de gas piloto comenzará su alineación al abrir las válvulas de bloqueo (SV-200 y SV-201), dirigiendo el gas al piloto. Después de unos segundos, el transformador de ignición se energizará y producirá una chispa dentro del quemador para encender el gas desde la línea del piloto. Cuando el piloto haya sido probado, la línea de gas del quemador comenzará su alineación cerrando la válvula de purga (SV-100) y luego abriendo las válvulas de bloqueo (SSV-100 y SSV-101), proporcionando gas para quemado al sistema. La temperatura dentro del quemador térmico ahora comenzará a elevarse hasta alcanzar el punto de ajuste de 650°C, controlado por la

válvula de control de modulación (FCV-100). Cuando el conducto alcance su banda de operación la válvula de proceso (FCV -300) se abrirá y se enviará una señal al CCM para encender el soplador de gas (36J1). A la vez se enviará una señal al variador de velocidad para controlar la presión de la línea a -5 WIC (pulgadas de agua). En dicho momento, el quemador térmico estará en plena operación y la temperatura dentro de la cámara se mantendrá en 650 °C gracias a los dampers (MCV -100). Ambos sopladores están siempre en marcha durante la operación. La figura 3.3 muestra un diagrama de bloques de la secuencia de control de ignición.

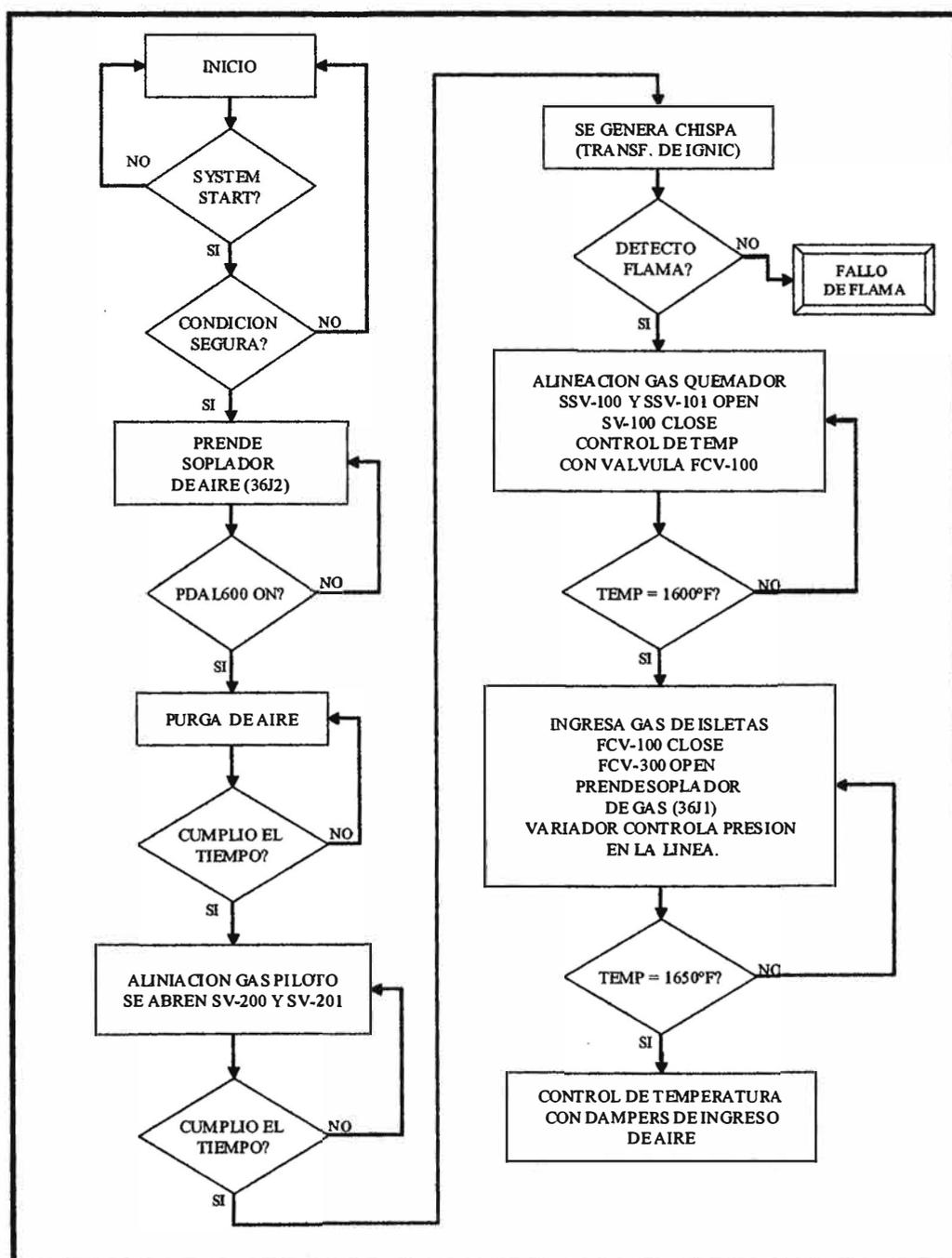


Figura 3.3. Diagrama de Bloques de la secuencia de control.

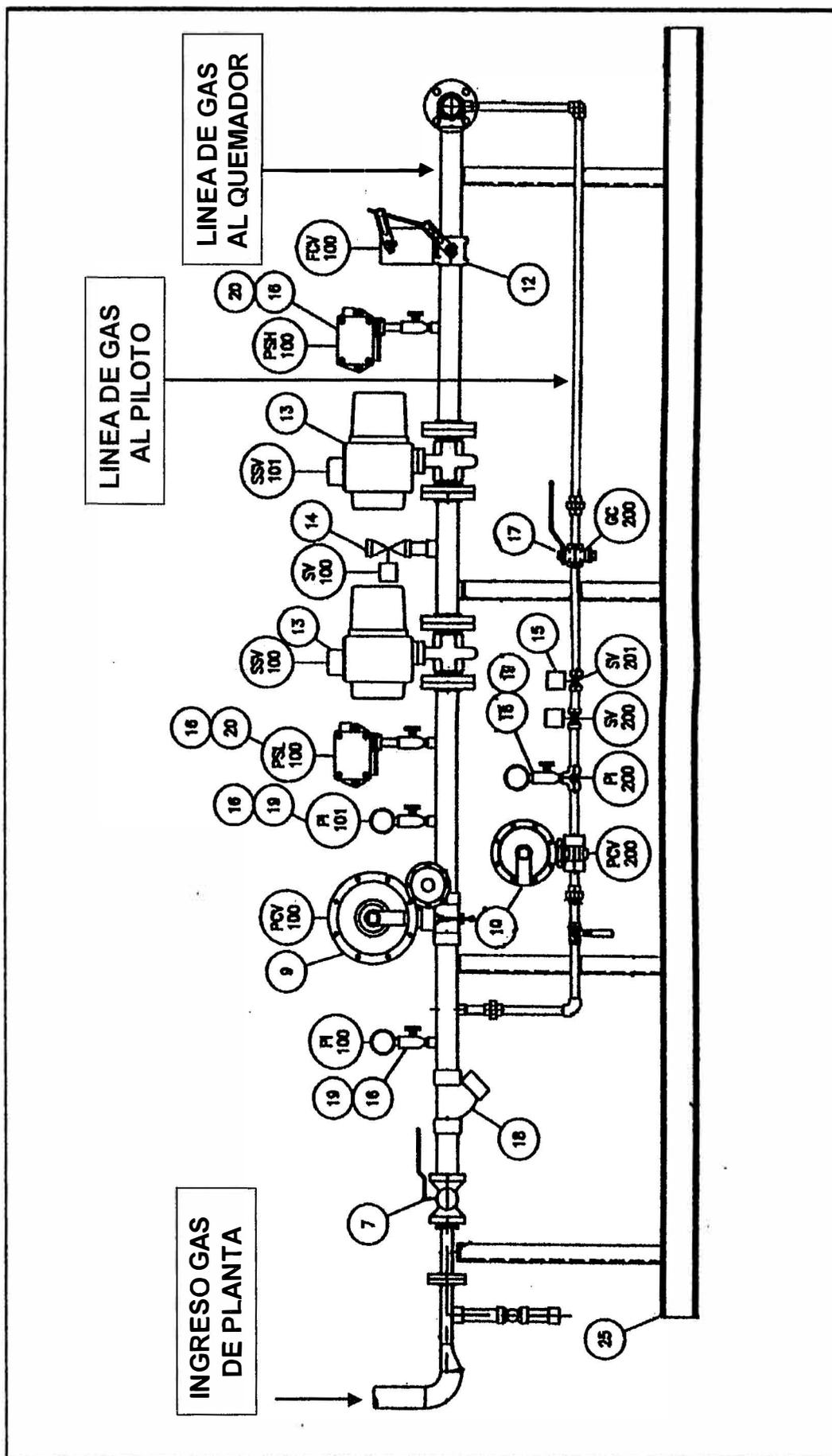
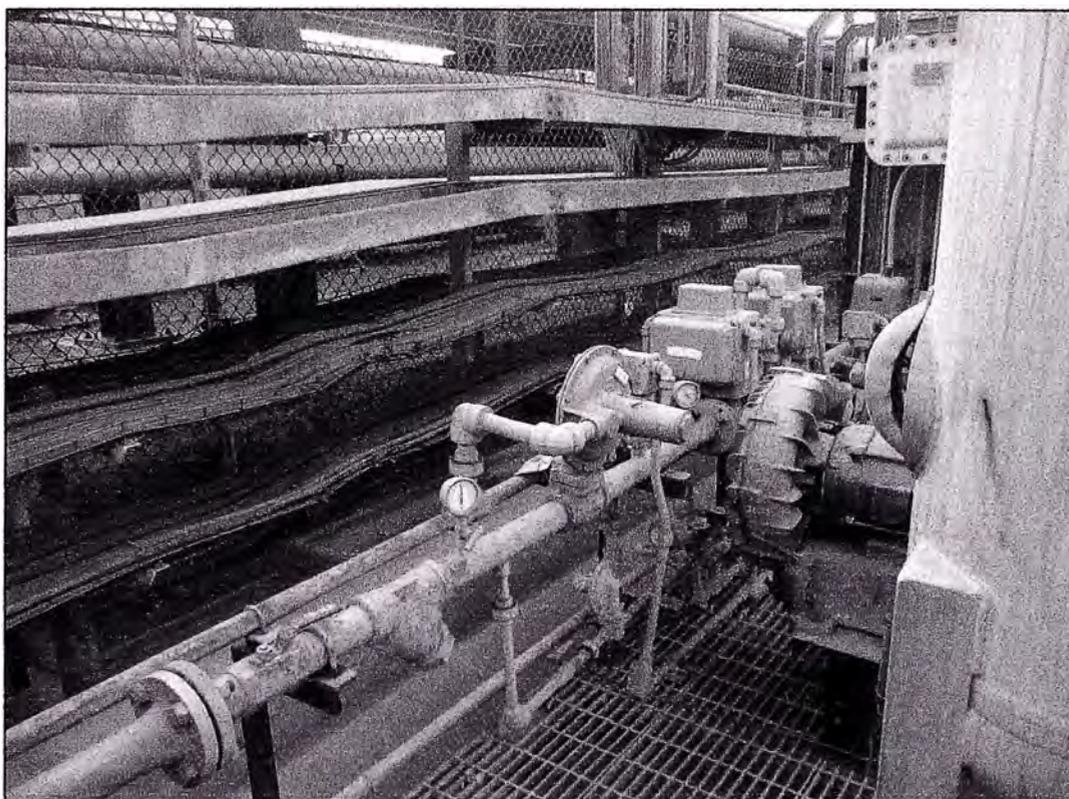


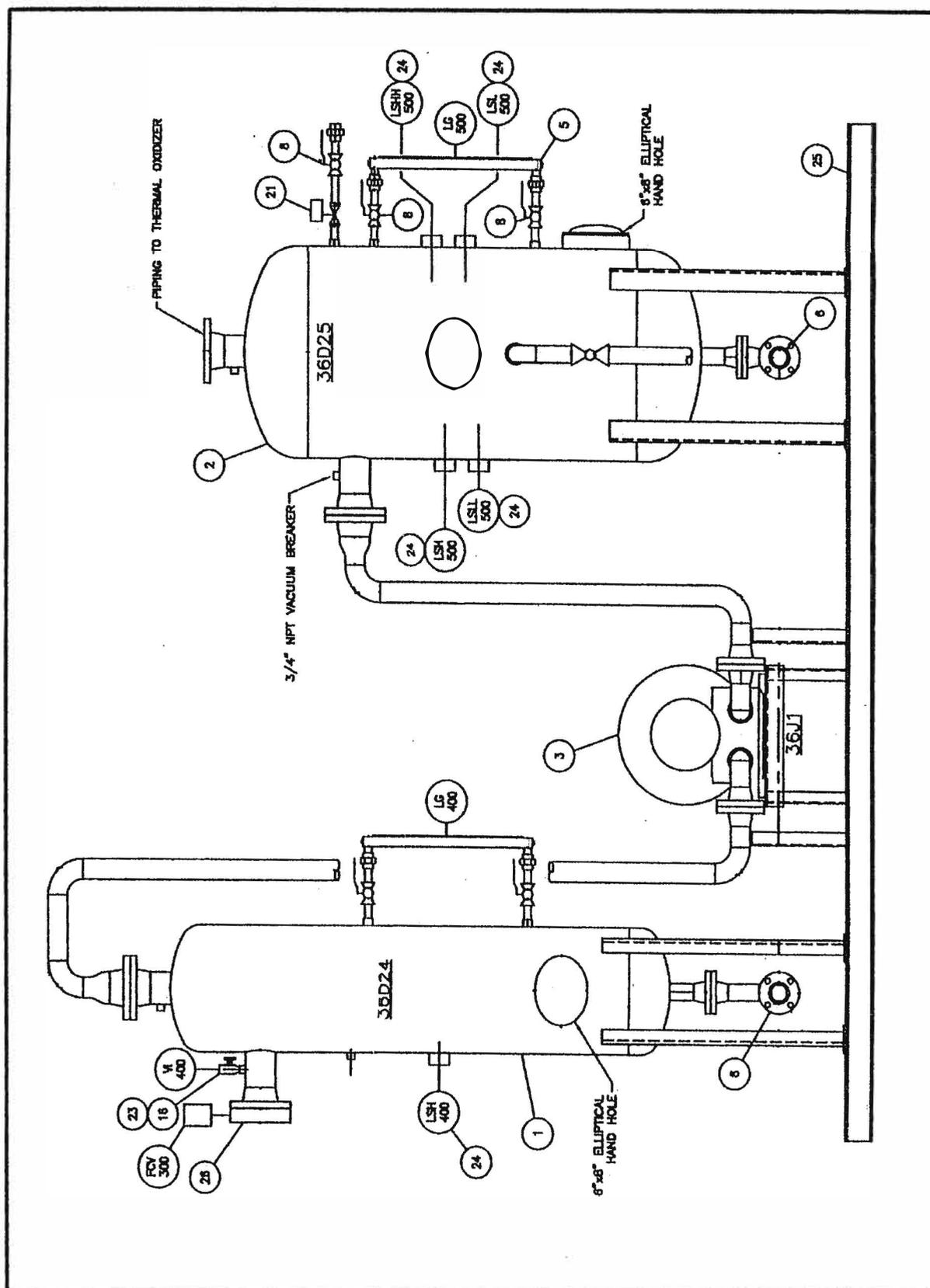
Figura 3.4. Elementos del tren de válvulas.



**Figura 3.5** Vista lateral del tren de válvulas.



**Figura 3.6** Vista frontal del skid de gas.



3.7. Elementos del Skid de gas.

El tren de válvulas y el "skid" de gas como se muestra en las figuras 3.4 y 3.7. están conformados por los siguientes elementos:

**Tabla 3.4 Elementos del Skid y del tren de válvulas**

<b>N°</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	1	36D24
2	1	36D25
3	1	36J1
4	1	PANEL DE CONTROL LOCAL
5	1	VISOR DE NIVEL LIQUIDO
6	3	VÁLVULA TIPO BOLA DE 2"
7	2	VÁLVULA TIPO BOLA DE 2"
8	3	VÁLVULA TIPO BOLA DE 3/4"
9	1	REGULADOR DE PRESIÓN DE 2"
10	1	REGULADOR DE PRESIÓN DE 1/2"
11	1	VALVULA MARIPOSA DE 2"
12	1	ACTUADOR
13	2	VALVULA DE CORTE 2"-150#
14	1	VALVULA DE VENTEO 1/2"
15	2	VALVULA SOLENOIDE 1/2"
16	6	VALVULA DE 1/4"
17	1	VALVULA MANUAL DE 1/2"
18	1	STRAINER DE 2" (MUELLER)
19	3	INDICADOR DE PRESION MNPT DE 1/4"
20	2	SWITCH DE PRESION FNPT DE 1/2"
21	1	VALVULA SOLENOIDE 3/4" (ASCO)
22	1	VALVULA SOLENOIDE 2" (ASCO)
23	1	INDICADOR DE VACIO FNPT 1/4"
24	5	SWITCH DE NIVEL LIQUIDO MNPT 2"
25	1	SKID DE ACERO
26	1	VALVULA DE CONTROL DE FLUJO 4"

### **3.3.3. Programa del PLC.**

El PLC es el encargado de verificar la secuencia de encendido del quemador, monitorear el proceso de quemado del gas y realizar un bloqueo seguro en caso de algún error en el proceso. El PLC se controla por entradas digitales que son brindados por los instrumentos de medición y control, dichas señales son evaluadas por el programa del PLC y generan salidas digitales que auto regulan el proceso, que de ser necesario bloquean el sistema en forma segura y muestran el mensaje de error producido que generó el paro del proceso, lo que nos brinda una acción directa a la solución del problema aminorando el tiempo de fuera de servicio del quemador. [8]

El listado de entradas y salidas digitales se muestra a continuación en las tablas 3.5 y 3.6.

Tabla 3.5. Entradas Digitales del PLC

<b>Entrada Digital</b>	<b>Nombre en Programa</b>	<b>Descripción</b>
X0	SYSTEM START PB	Botón de Arranque del Sistema
X1	SYSTEM STOP PB	Botón de Paro del Sistema
X2	SYSTEM CHECK PB	Botón de Prueba de luces del panel
X3	SYSTEM RESET PB	Botón de Reset del Sistema
X4	WASTE BLWR AUTO	Señal del Selector: Soplador de Gas en Auto
X5	COMB BLWR AUTO	Señal del Selector Soplador de Combustión en Auto
X6	FLAME SIGNAL IN	Ingreso de señal de flama
X10	TC300 HI TEMP	Alarma de alta temperatura en controlador TC300
X11	TIC600 HH TEMP	Alarma de alta temperatura en controlador TIC600
X12	-	Reserva
X13	TIC601 LO TEMP	Alarma de baja temperatura en el controlador TIC600
X14	ZC100 CLOSED LS	Confirmación de cierre total de Válvula SSV-100
X15	ZC101 CLOSED LS	Confirmación de cierre total de Válvula SSV-101
X16	PAL100 LO PRES	Switch de baja presión PAL100
X17	PAH100 HI PRES	Switch de alta presión PAH100
X20	PDAL600 PRES	Presostato de presión de aire de combustión
X21	ZIC300 CLOSED	Confirmación de cierre total de Válvula FCV-300
X22	LAH400 HI	Alarma de alto nivel en 36D24
X23	LAHH500 HH	Alarma de muy alto nivel en 36D25
X24	LAH500 HI	Alarma de alto nivel en el 36D25
X25	LAL500 LO	Alarma de bajo nivel en el 36D25
X26	LAL500 LL	Alarma de muy bajo nivel en el 36D25
X27	36J1 OL	Señal de Sobrecarga del soplador de Gas
X30	36J1 RNG	Señal de confirmación de marcha del Solador de Gas
X31	36J2 OL	Señal de Sobrecarga del soplador aire.
X32	36J2 RUN	Señal de confirmación de marcha del Solador de aire.
X33	FLAME FAILURE	Señal de Falla de Flama
X34	EMERGENCY STOP	Señal del botón de Parada de emergencia.

Tabla 3.6. Salidas Digitales del PLC

<b>Salida Digital</b>	<b>Nombre en Programa</b>	<b>Descripción</b>
Y0	INTERLOCK CLOSED	-
Y1	SV500 CONTROL	Señal de control a Válvula SV-500
Y2	SV501 CONTROL	Señal de control a Válvula SV-501
Y3	TIC601 IN1 PERM	Señal a entrada digital 1 del TIC-601
Y4	TIC601 IN2 PERM	Señal a entrada digital 2 del TIC-601
Y5	EXT. RESET TIC600	Señal a reset externo del TIC-600
Y6	36J1 RNG LT	Indicador de operación del Soplador de Gas
Y7	36J1 FAIL LT	Indicador de falla del soplador de gas
Y10	36J2 RNG LT	Indicador de operación del Soplador de aire.
Y11	36J2 FAIL LT	Indicador de falla del soplador de aire
Y12	WT GAS VENT VALVE	Señal para controlar válvula de venteo SV-100
Y13-Y16	-	Reserva
Y17	LIQ SEAL LO LT	Indicador de bajo nivel de Sello liquido
Y20	SYSTEM OPERATING LT	Indicador "Sistema en operación"
Y21	FLAME FAIL LT	Indicador "Fallo de flama"
Y22	STACK LO TEMP LT	Indicador "Baja temperatura"
Y23	STACK HI TEMP LT	Indicador "Alta temperatura"
Y24-Y25	-	Reserva
Y26	LIQ SEAL HI LT	Indicador "Nivel alto del sello liquido"
Y27	KO DRUM HI LT	Indicador "Nivel alto del KO Drum"
Y30	36J1 RUN	Salida para prender el Soplador de gas.
Y31	36J2 RUN	Salida para prender el Soplador de aire.
Y32	GENERAL ALARMA SIGNAL	Señal de Alarma general.
Y33,Y34	-	Reserva

El esquema gráfico del programa de control del quemador de gases residuales de adjunta en el Anexos A.

### 3.3.4 Alarmas del sistema.

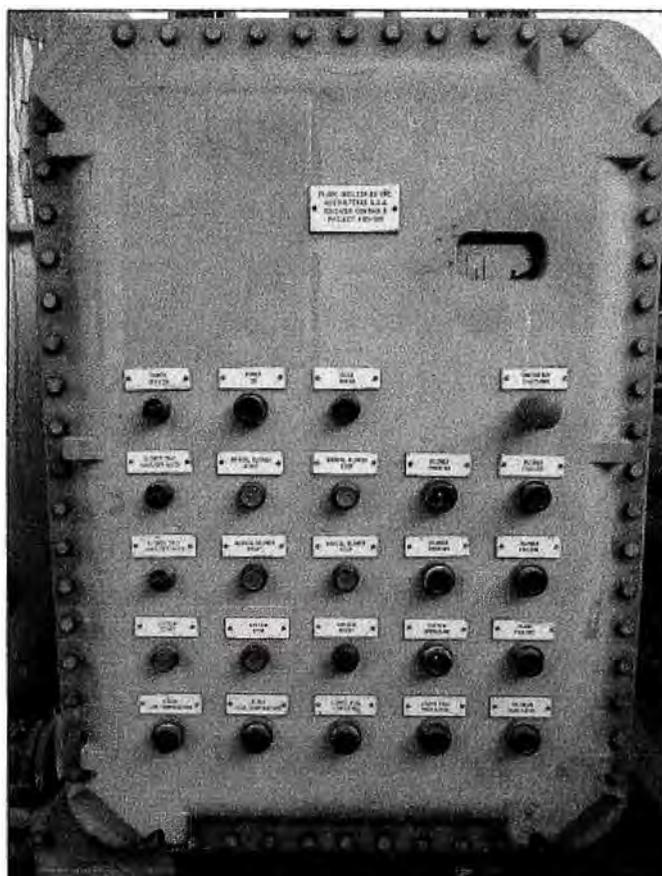
Las alarmas mostradas en la tabla 3.7 son programadas en el PLC para detallar el error producido en el sistema durante su operación.

**Tabla 3.7 Alarmas del sistema**

<b>Alarma</b>	<b>Componentes asociados</b>	<b>N° de Identificación</b>	<b>Causa</b>
Alta temperatura del Conducto	Controladores Indicadores de Temperatura. Termopar. Cronometro interno del PLC.	TIC-600 TE-600A LT9	La temperatura del conducto se ha elevado por encima de su banda normal de operación.
Alta temperatura del arrestador	Controladores Indicadores de Temperatura. Termopar. Cronometro interno del PLC.	TC-300 TE-300A	La temperatura del arrestador de flama se ha elevado por encima del punto de ajuste.
Falla de flama	Controlador del quemador	FS-1 LT7	El controlador del quemador ha indicado una señal de una condición insegura.
Baja Presión del Gas combustible	Interruptor de presión. Cronometro interno del PLC.	PSL-100	La presión del gas combustible a descendido por debajo de su punto de operación normal
Alta presión del Gas Combustible	Interruptor de presión. Cronometro interno del PLC.	PSH-100	La presión del gas combustible se ha elevado por encima de su punto de operación normal
Baja Presión del Soplador de Aire	Interruptor de presión. Cronometro interno del PLC.	PDSL-600	La presión del aire del soplador a descendido por debajo de su punto de operación normal

### 3.3.5 Lista de operadores e indicadores

En el Anexo B se describe los operadores e indicadores localizados en el tablero de control principal. Se requiere la familiarización con el significado y el efecto de cada componente antes de cualquier intento de operar el sistema.



**Figura 3.8** Tablero de Control del quemador de gases residuales

## **CAPITULO IV**

### **PRESENTACION DE RESULTADOS EN LA OPERACIÓN DEL SISTEMA**

#### **4.1. Modalidad automática**

Cuando el sistema se enciende, el soplador de aire del quemador (36J1) opera para purgar el conducto del quemador de cualquier gas existente. Después de la purga, el controlador del quemador toma control automáticamente de la secuencia de ignición del piloto. Después de verificar que el piloto está encendido, el sistema comienza a calentar el conducto del quemador térmico; el gas del quemador es modulado automáticamente.

El controlador del manejo del quemador es un sistema de control autónomo completo. El controlador del quemador realiza una verificación autónoma cuando se enciende por primera vez para asegurar que su circuito interno de entradas y salidas se encuentren en condición de paro completo. El controlador del quemador automáticamente controla la secuencia de arranque enviando una señal para emitir el gas piloto, energizar el transformador de ignición y emitir la corriente de gas del quemador. El controlador del quemador utiliza un detector de flama ultravioleta (BE-600) para verificar que la flama sea estable. Si hay un problema con los controles asociados con el controlador del quemador, este envía una alarma de "FLAME FAILURE" (FALLA DE FLAMA).

Cuando una alarma excede su límite diseñado, el sistema se bloquea y esta alarma permanece en su condición de falla hasta que el parámetro se haya despejado y el pulsador "SYSTEM RESET" (REPOSICIÓN DEL SISTEMA) haya sido oprimido momentáneamente. Una luz indicadora roja separada en el frente del tablero de control indica cada alarma. Cada una de las alarmas hará que los "CUSTOMER CONTACTS" (CONTACTOS DEL CLIENTE) asociados se desactiven.

Cuando se haya activado una alarma; el sistema envía una señal para cerrar la válvula de gas de desecho (FCV-300), cerrar las válvulas solenoide de gas piloto (SV-200, 201) y las válvulas de corte de gas del quemador (SV- 100, 101).

Los botones de arranque y parada del sistema remoto y local operan el sistema de la misma manera:

- Al Oprimir y soltar el botón pulsador "SYSTEM START" (ARRANQUE DEL SISTEMA) (SW9). Esto inicia la secuencia de arranque automático del quemador térmico. El sistema opera sin la acción de un operador hasta que se requiera la parada, ya sea por medio del operador debido a condiciones existentes en la planta o por una característica de seguridad interna del sistema de control.

a) El sistema verifica lo siguiente, para asegurar que todas las interconexiones estén cerradas:

- Prueba de la presión del soplador.

- Prueba de la presión de gas combustible en banda.

- Prueba de la válvula de gas de desecho principal cerrada.

b) Si una de estas alarmas de seguridad se activa durante la operación del sistema, le quitará la energía a las válvulas solenoides y enviará una señal al PLC. Esta alarma tendrá que ser reposicionada antes de recomenzar el sistema.

c) El sistema energizará el controlador del quemador, que automáticamente controla la secuencia de operación de la apertura de las válvulas de gas piloto, encendiendo el transformador de ignición, verificando que haya un piloto estable, y abriendo las válvulas de gas del quemador. Si hay una falla con el controlador del quemador o una falla asociada con la flama que está siendo generada, el controlador del quemador se bloquea y envía una alarma de falla de flama.

d) Después de que las válvulas de gas quemador estén abiertas, la válvula de control del modulador (FCV -100) se reposiciona automáticamente para mantener la temperatura del conducto del quemador dentro de su punto de ajuste de diseño.

e) Después de un tiempo previamente configurado; la temperatura del conducto (del quemador) se eleva hasta la temperatura ajustada y se admite la corriente de gas de desecho.

- Para detener la secuencia automática en cualquier momento o parar el quemador térmico cuando la operación ya no se necesita, se debe presionar y soltar el botón pulsador "SYSTEM STOP" (PARO DEL SISTEMA). Esto para el sistema de control y coloca al quemador en un alineamiento seguro.

- Para despejar las alarmas que pudieran estar bloqueadas, se debe presionar y soltar el botón pulsador "SYSTEM RESET". (REPOSICION DEL SISTEMA).

#### **4.2. Modalidad manual.**

Debido a la seguridad operacional involucrada con este tipo de sistema, todo el control del quemador térmico está completamente automatizado. El control manual de los sopladores solo se proporciona para fines de mantenimiento. El siguiente procedimiento describe la operación manual de los sopladores desde el tablero de control principal.

- Colocar el selector "BLOWER HAND/ OFF/ AUTO" [ APAGADO/ AUTOMÁTICO) del SOPLADOR (SW3 posición HAND: MANUAL).

- Presionar y soltar el botón pulsador "MANUAL BLOWER START" (ARRANQUE DEL SOPLADOR MANUAL) (SW4 o SW7).

- Después de terminar la marcha deseada (mantenimiento/prueba operacional, etc.), presione y suelte el botón pulsador "MANUAL BLOWER STOP" (PARADA DEL SOPLADOR MANUAL) (SW5 o SW8).

- Colocar el selector "BLOWER HAND/ OFF/ AUTO" (MANUAL (APAGADO/ AUTOMÁTICO) del SOPLADOR (SW3 o SW6) en la posición AUTO (AUTOMÁTICO) para preparar el soplador para la operación automática.

#### **4.3. Paro del sistema.**

El sistema solamente debe ser parado si el quemador térmico se utiliza para uso intermitente. Cuando el sistema ha sido parado, cualquier operación de ignición y de control del sistema terminará.

a) Verificar que no se requiera toda la operación del quemador térmico para la destrucción del gas de desecho y presionar el botón pulsador: "SYSTEM STOP" (PARADA DEL

SISTEMA) (SW10).

b) Verificar que todas las válvulas de paro vuelvan a su posición desenergizada .y por lo tanto eliminando todo el gas piloto y el gas del quemador, y venteando la línea de gas de desecho.

c) Colocar el interruptor de control "POWER OFF/ ON" (ENERGÍA APAGADA/ ENCENDIDA) en el tablero de control principal a la posición OFF (APAGADO) y asegurar que la luz "POWER ON" (ENERGÍA ENCENDIDA) se apaga.

#### 4.4 Presentación de resultados

El quemador de gases residuales fue sometido a pruebas de emisiones de gases para evaluar la relación de eficiencia de destrucción. El propósito de estos experimentos fue mostrar la eficiencia de destrucción del quemador de gases en modo automático.

La eficiencia de destrucción es calculada por la siguiente fórmula:

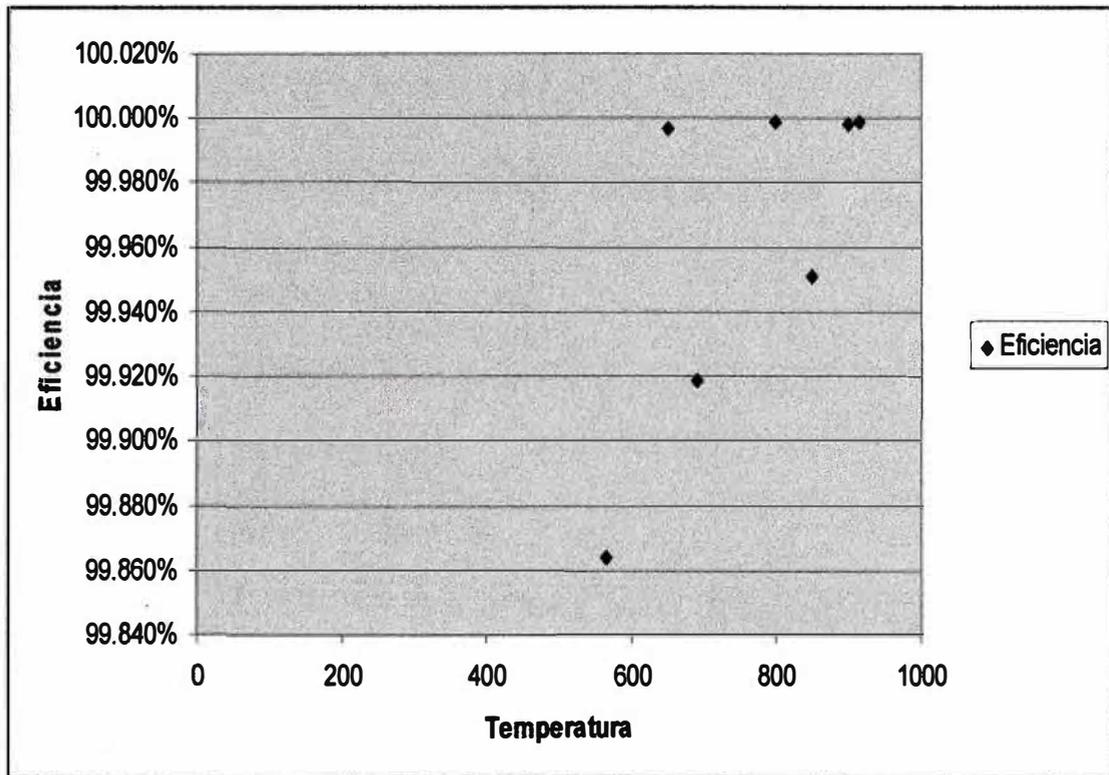
$$\%DE = \frac{CO_2 + CO}{CO_2 + CO + UHC} \times 100\% \quad 4.1$$

Donde:           %DE: es el porcentaje de eficiencia de destrucción  
CO, CO<sub>2</sub>, UHC: son las concentraciones de monóxido de carbono, dióxido de carbono y combustible no quemado [2]

**Tabla 4.1** Resultados de las pruebas de medición de eficiencia del quemador de gases

Prueba	Temperatura de control °C	Flujo Nm <sup>3</sup> /h	VOC mg/m <sup>3</sup>	CO mg/m <sup>3</sup>	NO <sub>x</sub> mg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	CO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Eficiencia
1	915	650	3,05	13,56	96,63	-	205192,53	99,999%
2	900	650	3,58	19,46	91,04	-	214999,37	99,998%
3	850	450	82,35	115,6	84,15	31,71	167806,22	99,951%
4	800	320	1,10	7,25	56,17	-	155210	99,999%
6	690	700	109,25	185,95	14,17	35,99	134305,94	99,919%
5	650	350	3,98	6,58	41,67	-	114393,69	99,997%
7	565	350	128,20	526,98	27,09	40,71	93415,38	99,864%

Se observa en el figura 4.1 que la eficiencia de destrucción del quemador de gases es de un aproximado de 99.9% en el rango de temperatura de operación del quemador de gases, con lo que obtiene la eficiencia esperada de la automatización del sistema.



**Figura 4.1** Eficiencia de destrucción del quemador de gases

#### 4.5 Presupuesto del proyecto.

La tabla 4.2 muestra el costo de los diferentes instrumentos exportados hacia Lima con lo que se puede elaborar un costo in situ.

El costo total de toda la instrumentación considerada para poder automatizar el quemador de gases es de \$ 58,580.00.

El beneficio de automatizar el quemador de gases radica en que el sistema no requiere de la supervisión por parte de los operadores, lo que permite la reducción de costos por parte de la empresa y asegura que el quemado de los gases de la planta de despacho se haga en forma segura y eficiente debido a los diferentes elementos de protección que son involucrados en la lógica del PLC, estos elementos de seguridad realizan una desconexión segura de todo el sistema y muestra en la sala de control el mensaje de error, con el cual se podrá determinar en forma eficiente los diferentes elementos que generaron dicho error.

**Tabla 4.2** Costo de los instrumentos involucrados en la automatización

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO
01	01	<b>CONTROLADOR DE TEMPERATURA</b>  TAG: TC-601 MARCA: HONEYWELL MODELO: UDC-3300	<b>\$ 3,600.00</b>
02	01	<b>CONTROLADOR DE TEMPERATURA</b>  TAG: TC-600 MODELO: UDC-2300 MARCA: HONEYWELL	<b>\$ 2,180.00</b>
03	01	<b>CONTROLADOR DE TEMPERATURA</b>  TAG: TC-300 MODELO: E5C2 MARCA: OMRON	<b>\$ 470.00</b>
04	01	<b>TERMOCUPLA DOBLE DE 4''(REDUNDANTE)</b>  TAGS: TE-300A , TE-300B	<b>\$ 380.00</b>
05	01	<b>TERMOCUPLA DOBLE DE 12''(REDUNDANTE)</b>  TAGS: TE-600A , TE-600B	<b>\$ 400.00</b>
06	01	<b>TERMOCUPLA DOBLE DE 12''(REDUNDANTE)</b> TAGS: TE-601A , TE-601B	<b>\$ 400.00</b>
07	02	<b>PRESOSTATOS DE ALTA Y BAJA PRESION DE GAS AL QUEMADOR.</b>  MODELO: P1XJ30 MARCA: BARKSDALE	<b>\$ 1,070.00</b>
08	05	<b>SWITCH DE NIVEL DE AGUA EN DRUM DE SELLO LÍQUIDO.</b>  MARCA: SOR TIPO: 1510 MONTAJE: LATERAL	<b>\$ 420.00</b>
09	01	<b>CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC) CPU Y MODULOS DE ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES</b>  MARCA: KOYO SERIE: 250	<b>\$ 2,000.00</b>

**Tabla 4.2** Costo de los instrumentos involucrados en la automatización.

(Continuación)

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO
10	01	<b>QUEMADOR (BURNER) TERMICO CON AIRE (THERMAIR BURNER)</b>  INCLUYE: SOPLADOR DE AIRE Y DETECCION U.V. (ULTRA VIOLETA) TAGS: BNR-600 (QUEMADOR), BL (SOPLADOR DE AIRE), BE-600 (UV SCANNER) 85DB MODELO: TA100 MARCA: ECLIPSE COMBUSTIÓN	\$ 10,000.00
11	01	<b>TRANSFORMADOR DE IGNICIÓN</b>  MODELO: 841 MARCA: ELIPSE COMBUSTION	\$ 650.00
12	01	<b>MODULO DE MONITOREO SEGURO DE FLAMA.</b>  MODELO: 5600 MARCA: VERIFLAME	\$ 900.00
13	02	<b>VÁLVULA Y ACTUADOR DE CORTE DE SEGURIDAD ENTRADA DE GAS AL QUEMADOR</b>  TAGS: SSV-100 / SSV-101 MODELO: 2" FF 5000 MARCA: MAXON	\$ 4,700.00
14	01	<b>ACTUADOR ELECTRICO PARA VÁLVULA DE ENTRADA DE GAS DE ISLETAS</b>  MODELO: SURE 49-5 CW MARCA: RCS	\$ 3,500.00
15	01	<b>ACTUADOR ELECTRICO PARA VÁLVULA DE CONTROL DE FLUJO DE GAS AL QUEMADOR.</b>  MODELO: MAR 10-30 MARCA: RCS	\$ 1,800.00
16	01	<b>ACTUADOR ELECTRICO PARA VÁLVULA TIPO BOLA DE 2" PARA DRENAJE DE AGUA DEL 36D25.</b>  MODELO: MAR 10-10 MARCA: RCS	\$ 1,100.00
17	02	<b>ACTUADOR ELECTRICO PARA DAMPERS DE INGRESO DE AIRE.</b>  MODELO: MODUTROL SERIE: 72 MARCA: HONEYWELL	\$ 1,200.00

**Tabla 4.2** Costo de los instrumentos involucrados en la automatización.

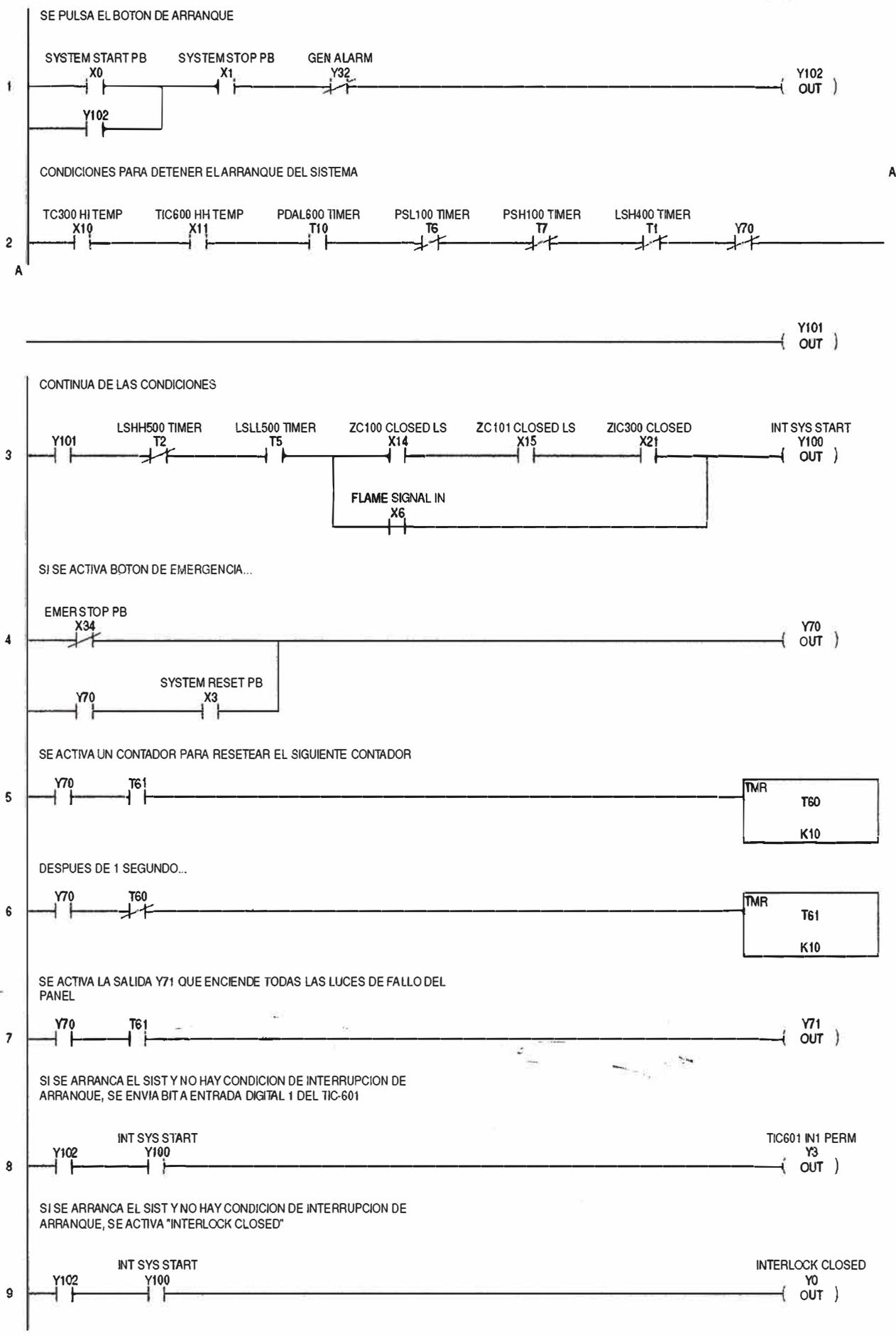
(Continuación)

<b>ITEM</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>
<b>18</b>	<b>01</b>	<b>SOPLADOR DE GAS. TIPO: REGENERATIVO.</b>  MOTOR EXPLOSION PROF. 7.5 HP 440 VAC 3PH TAG: 36J1 MODELO: EN 808 MARCA: ROTRON.	<b>\$ 4,500.00</b>
<b>19</b>	<b>02</b>	<b>REGULADOR DE PRESIÓN DE ENTRADA DE GAS AL QUEMADOR.</b>  MODELO: 043-182 MARCA: EQUIMETER	<b>\$ 360.00 (1/2'') \$ 900.00 (2'')</b>
<b>20</b>	<b>01</b>	<b>TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL DEL CONTROL DE VACIO EN LÍNEA DE GAS.</b>  MODELO: 3051 MARCA: ROSEMOUNT	<b>\$ 1,600.00</b>
<b>21</b>	<b>02</b>	<b>VÁLVULA SOLENOIDE PARA CONTROL DE INGRESO DE GAS A PILOTO.</b>  MODELO: 8050 MARCA: ASCO	<b>\$ 1,050.00</b>
<b>22</b>	<b>01</b>	<b>VÁLVULA SOLENOIDE PARA CONTROL DE INGRESO DE AGUA A DRUM DE SELLO LIQUIDO</b>  MODELO: 8050 MARCA: ASCO	<b>\$ 700.00</b>
<b>23</b>	<b>01</b>	<b>VÁLVULA SOLENOIDE PARA CONTROL DE PURGA DE GAS.</b>  MODELO: 8050 MARCA. ASCO	<b>\$ 1,050.00</b>
<b>24</b>	<b>01</b>	<b>VÁLVULA MOTORIZADA PARA CONTROL DE VENDEO DE VAPORES DE ISLETAS</b>  MODELO: IQ MARCA: ROTORK	<b>\$ 4,000.00</b>
<b>25</b>	<b>01</b>	<b>VARIADOR DE VELOCIDAD PARA CONTROL DEL SOPLADOR 36J1</b>  MODELO: MICROMASTER 440 MARCA: SIEMENS	<b>\$ 2,000.00</b>

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

1. La eficiencia del quemador en la destrucción de gases residuales en las diferentes pruebas realizadas es de un promedio de 99.96% en la temperatura de trabajo. Este rendimiento demuestra la efectividad lograda con la automatización de los instrumentos que conforman el quemador y la operación del mismo.
2. La automatización del quemador de gases permite implementar diversos sistemas de control autónomos, los cuales tienen la capacidad de ser escalables según las necesidades que se puedan presentar en un futuro; realizando las conexiones necesarias de los módulos de comunicación del PLC y haciendo uso de los protocolos de comunicación, se integra el sistema hacia un SCADA o Software de supervisión.
3. Debido a que el sistema trabaja con gases explosivos es necesario contar con sensores de gases ubicados en diferentes puntos claves del quemador de gases, los cuales al detectar un nivel de peligro deben parar todo el sistema y desviar los gases en forma segura, dicho error deberá ser mostrado en la sala de control y enclavar el encendido del sistema hasta que se repare la generación de la fuga.
4. Para asegurar que el sistema permanezca en condiciones operacionales óptimas es necesario tener un programa de mantenimientos preventivo el cual pueda disminuir o evitar el tiempo de inoperatividad del sistema debido a un futuro mal funcionamiento. El incumplimiento o falta de mantenimiento del sistema podría conllevar a daños o mal funcionamiento. Se adjunta en el Anexo D un plan de mantenimientos propuesto.
5. Es necesario contar con un stock de repuestos para evitar que el quemador de gases quede fuera de servicio, debido a que ningún instrumento se fabrica localmente y que la importación del mismo puede demorar un gran período de tiempo. Se adjunta en el Anexo E una propuesta de repuestos.

**ANEXO A**  
**LÓGICA LADDER DEL SISTEMA**



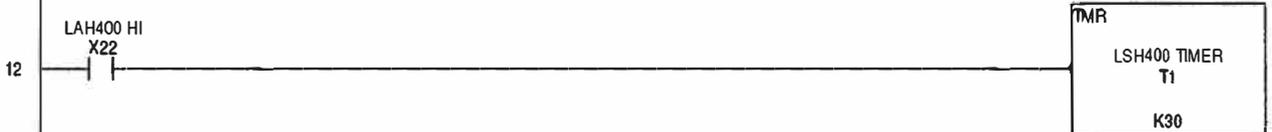
SI SE ARRANCA EL SIST Y NO HAY CONDICION DE INTERRUPCION DE ARRANQUE, SE ENVIA BIT A ENTRADA DIGITAL 2 DEL TIC-601



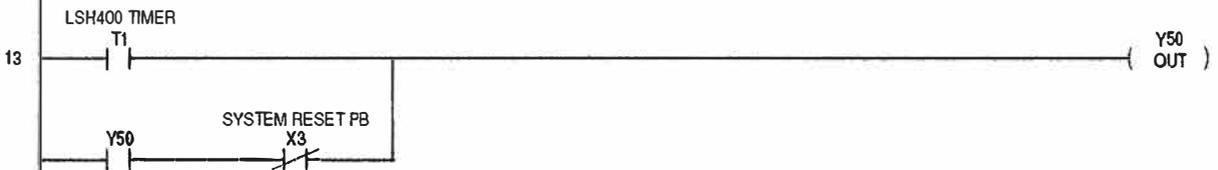
SI SE PRESIONA EL BOTON DE RESET DEL SISTEMA SE RESETA AL CONTROLADR TC-600



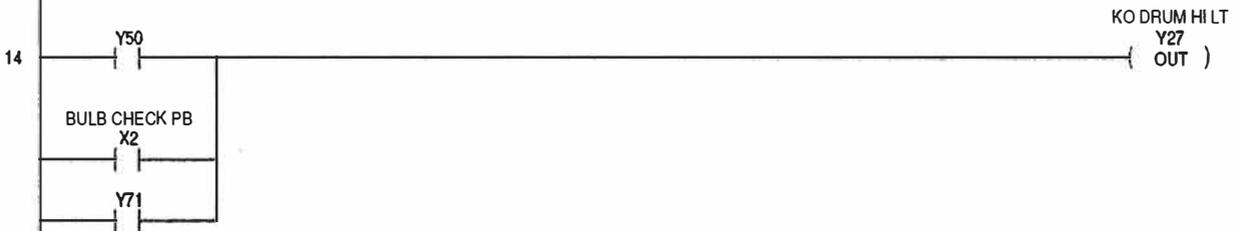
SI SE ACTIVA SWITCH DE ALTO NIVEL EN EL 36D24 EMPIEZA UNA CUENTA...



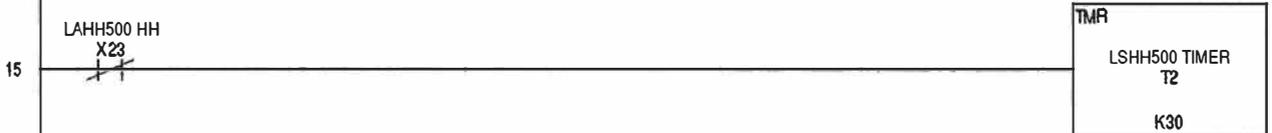
LUEGO DE LA CUENTA SE ACTIVA Y50..



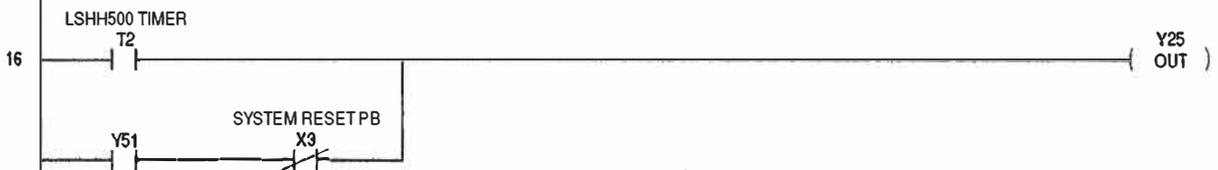
LA SALIDA Y50 ACTIVARA LA SEÑALIOZACION EN PANEL "KO RUM HIGH LEVEL"



SI SE ACTIVA ALARMA DE NIVEL ALTO ALTO EMPIEZA UNA CUENTA...

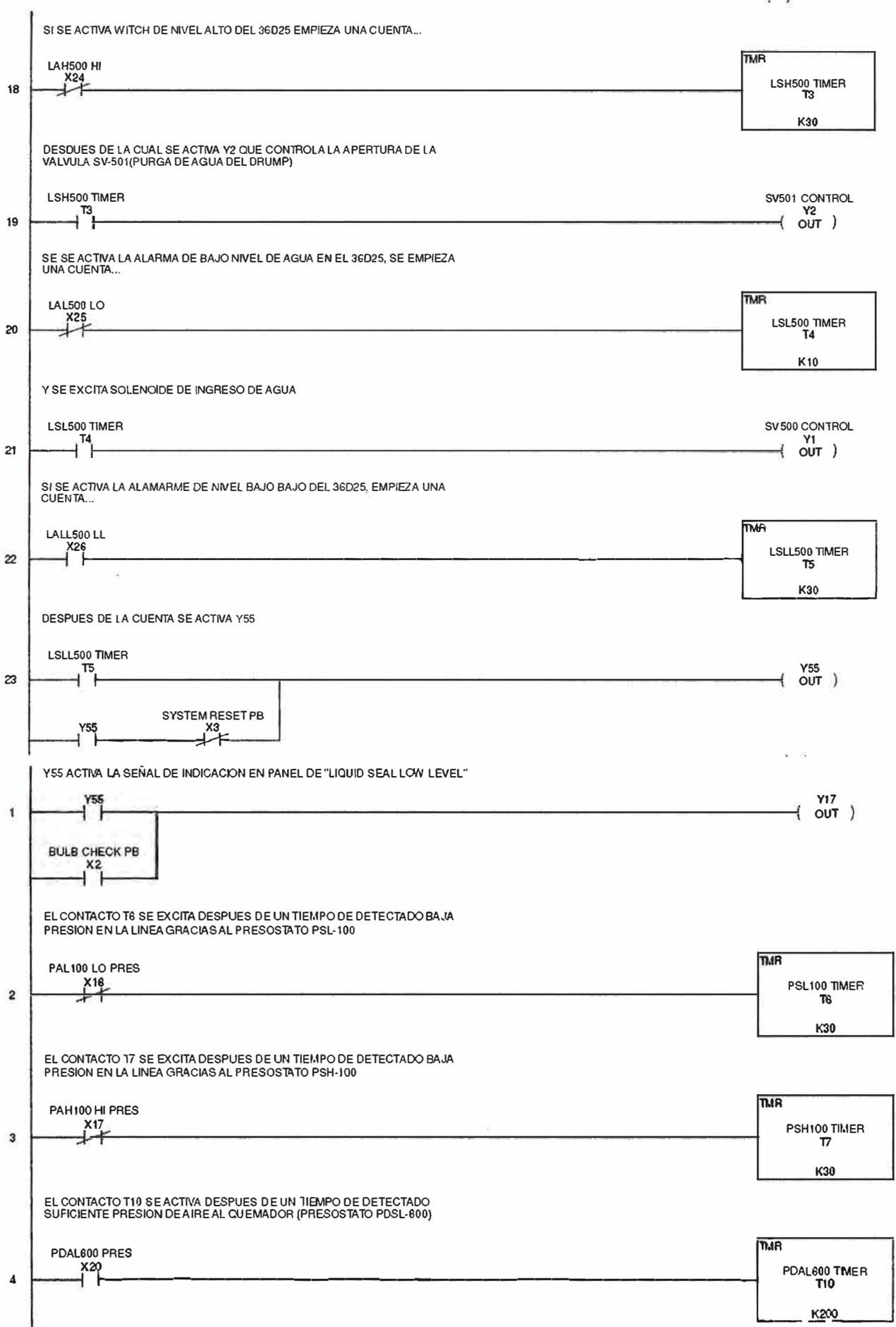


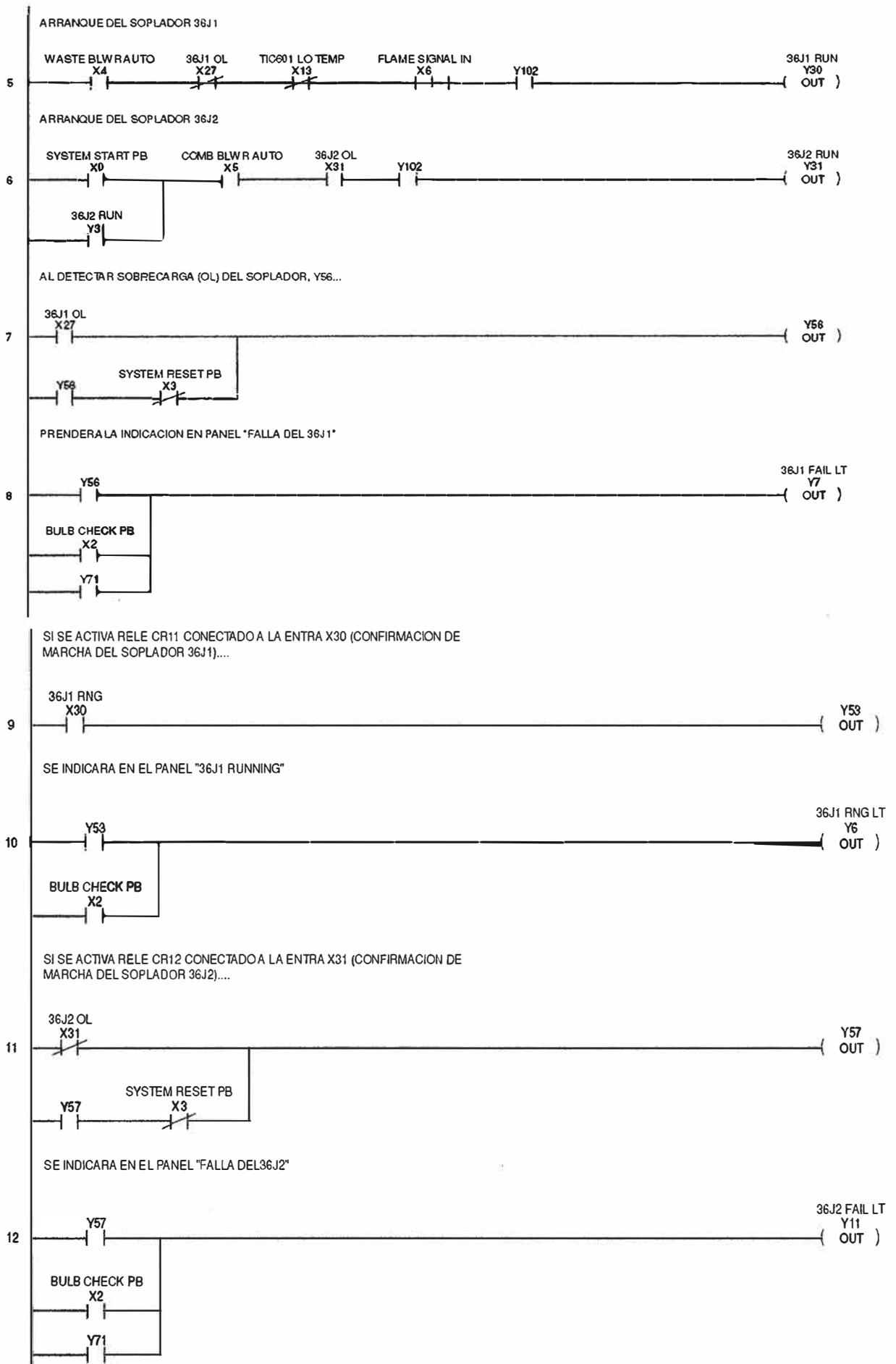
LUEGO DE LA CUENTA SE ACTIVA Y51...

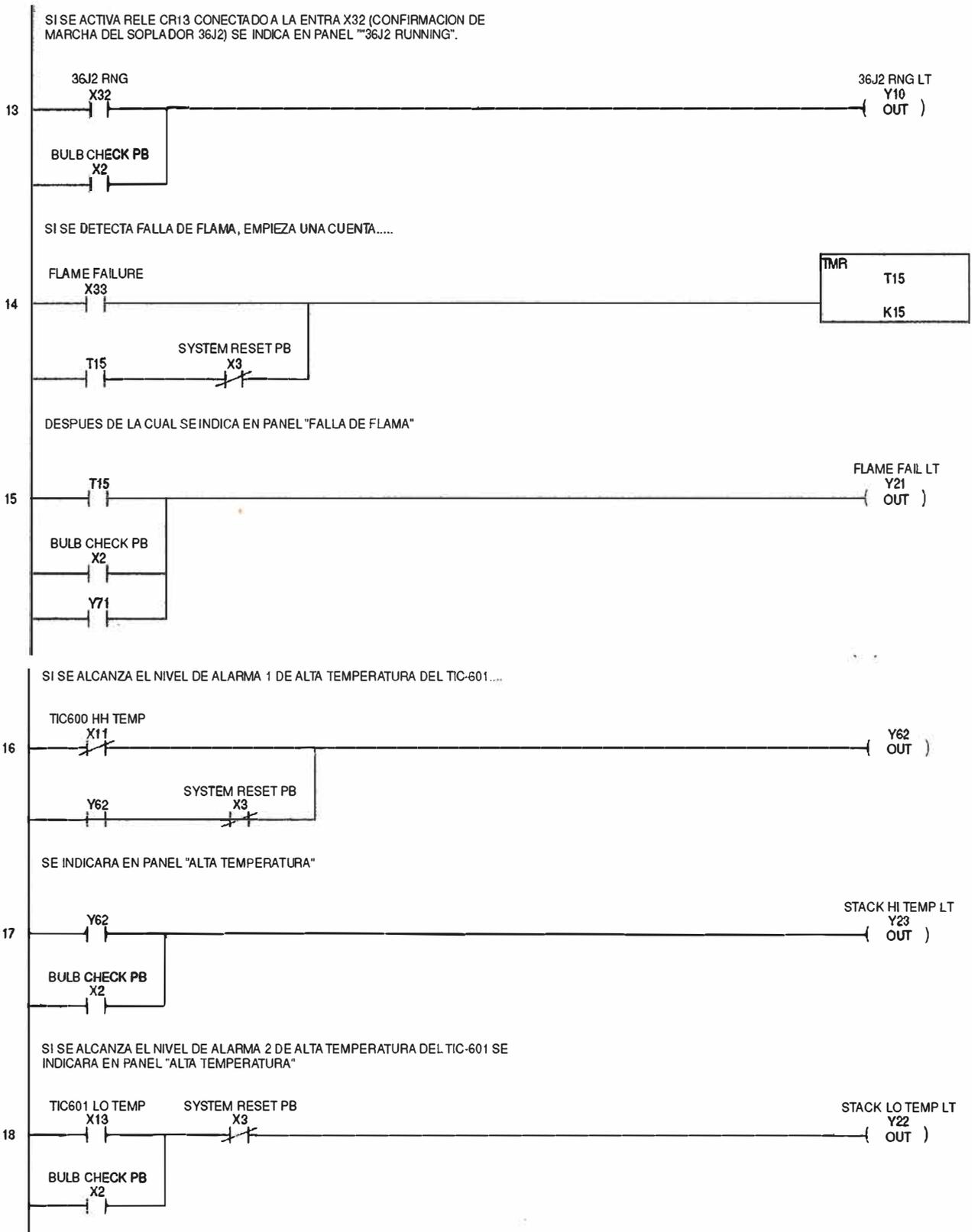


Y Y51 ACTIVA Y26 QUE ENCIENDE LA INDICACION EN PANEL "LIQUID SEAL HIGH LEVEL"

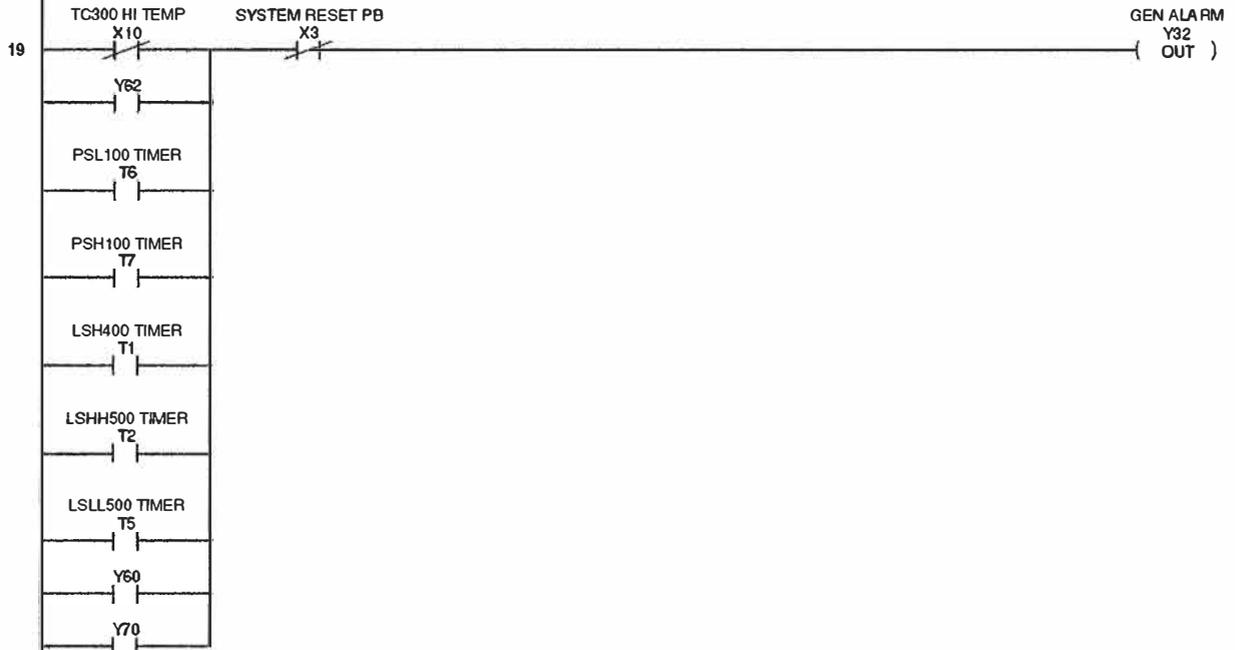




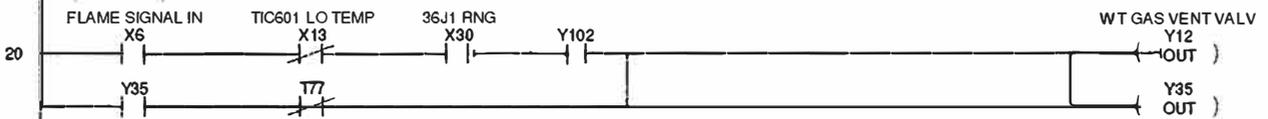




POR ALGUNA DE LAS SGTES CONDICIONES S GENERA LA SEÑAL DE ALARMA GENERAL



SI SE CUMPLEN LAS CONDICIONES SE ABRA VALVULA SOLENOIDE DE VENTEO SV-500



SI EL SISTEMA ARRANCA SIN DIFICULTAD Y NO EXISTEN CONDICIONES DE ALARMA, SE ACTIVA LA SEÑAL QUE INDICARA EN PANEL (SISTEM OPERATING) SISTEMA OPERANDO.



**ANEXO B**  
**OPERADORES E INDICADORES DEL SISTEMA**

**Tabla 5.1** Lista de operadores e indicadores del sistema

Ítem	Operador o Indicador	N° de ident.	Función
<b>Selectores, Interruptores y Botones Pulsadores.</b>			
1	"Power Off/On" (Energía Apagada/ Encendida)	SW1	Controla la energía principal para todo el sistema de control. Debe estar en la operación ON (ENCENDIDO) para operar el sistema.
2	"Emergency Shutdown" (Paro de Emergencia)	SW12	Un botón pulsador (mantenido normalmente en posición extraído, hacia fuera), operado en caso de una emergencia para quitar toda la energía del sistema de control.
3	."Bulb Check" (Chequeo de bulbos)	SW2	Ilumina todas las lámparas piloto cuando se oprime
4	"Blower 36J1 Hand/Off/Auto" (Soplador 36J1 en Manual/Auto/Automático)	SW3	Un selector de tres vías usado para seleccionar la modalidad de operación del soplador. Cuando (Soplador 36J1 se coloca en HAND (MANUAL), el soplador se arranca y se para con fines de mantenimiento por SW4 y SW5 solamente. Cuando está en la posición OFF (APAGADO), se apaga la operación del soplador. La posición AUTO (AUTOMÁTICA) establece la secuencia de arranque automática del soplador en la que el soplador será arrancado o parado por el PLC.
5	"Blower Manual Start" (Arranque Manual del Soplador)	SW4	Usado para arrancar el soplador cuando SW3 está en la posición HAND (MANUAL).
6	"Blower Manual Stop" (Parada Manual del Soplador)	SW5	Usado para parar el soplador cuando SW3 está en la posición HAND (MANUAL).
7	"System Start" (Arranque del Sistema)	SW9	Un botón pulsador que inicia la secuencia de (Arranque automática del quemador térmico.

**Tabla 5.1** Lista de operadores e indicadores del sistema. (Continuación)

<b>Ítem</b>	<b>Operador o Indicador</b>	<b>Ident.</b>	<b>Función</b>
<b>8</b>	"System Stop" (Parada del quemador térmico).	SW10	Un botón pulsador usado para parar la operación del Sistema.
<b>9</b>	"System Reset". (Reposicionado del Sistema)	SW11	Un botón pulsador usado para despejar o desactivar alarmas una vez que la condición de la alarma se ha despejado.
<b>10</b>	"Blower 36J2 Hand/Off/Auto". (Manual/ Apagado/ Automático). Soplador 36J2)	SW6	Un selector de tres vías usado para seleccionar la modalidad de operación del soplador. Cuando se coloca en HAND (MANUAL), el soplador se arranca y se para con fines de mantenimiento con SW5 y SW6 solamente. Cuando está en la posición OFF (APAGADO), se apaga la operación del soplador. La posición AUTO (AUTOMÁTICA) establece la secuencia de arranque automática del soplador en la que el soplador será arrancado y parado por el PLC.
<b>11</b>	"Blower Manual Start". (Arranque Manual del Soplador)	SW7	Usado para arrancar el soplador cuando SW6 está en la posición HAND (MANUAL).
<b>12</b>	"Blower Manual Stop". (Parada Manual del Soplador"	SW8	Usado para detener el soplador cuando SW6 está en la posición HAND (MANUAL).
<b>Indicadores</b>			
<b>1</b>	"Power On" (Encendido)	LT1	Indica que el sistema está energizado
<b>2</b>	"Blower Running" (soplador en marcha )	LT2	Muestra el estado de los contactos de líneas principales en el centro de control de motores.
<b>3</b>	"Blower Failure" (Falla del Soplador)	LT3	Indica que las sobrecargas del soplador han disparado.
<b>4</b>	"Blower Running" (soplador en marcha )	LT4	Muestra el estado de los contactos de líneas principales en el centro de control de motores.

**Tabla 5.1** Lista de operadores e indicadores del sistema. (Continuación)

<b>Ítem</b>	<b>Operador o Indicador</b>	<b>Ident.</b>	<b>Función</b>
<b>5</b>	"Blower Failure" (Falla del Soplador)	LT5	Indica que las sobrecargas del soplador han disparado.
<b>6</b>	"System Operating" (Sistema Operando)	LT6	Indica que el sistema se ha arrancado y que no existen alarmas.
<b>7</b>	"Flame Failure" (Falla de Flama)	LT7	Indica que hay una pérdida de flama.
<b>8</b>	"Stack Low Temp" (Temperatura Baja del Conducto Quemador)	LT8	Indica que el quemador tiene la temperatura por debajo del TIC-601. Esto no constituye una condición de alarma y no bloquea el sistema.
<b>9</b>	"Stack High Temp" (Temperatura Alta del Conducto Quemador)	LT9	Indica que el conducto del quemador se ha elevado por encima del punto de ajuste más alto del TIC-600. Esto constituye una condición de alarma, el sistema se detendrá y la condición se bloquea. El botón pulsador de reposición tendrá que ser oprimido para volver a arrancar el sistema.
<b>10</b>	"Liquid Seal Low level" (Nivel Bajo del Sello Líquido)	LT10	Indica que el nivel de agua en el Sello líquido ha caído por debajo del nivel de operación seguro. Esto constituye una condición de alarma, el sistema se parará y la condición queda bloqueada. El botón pulsador de reposición tendrá que ser oprimido para volver a arrancar el sistema.
<b>11</b>	"Liquid Seal High level" (Nivel Alto del Sello Líquido)	LT11	Indica que el nivel de agua está por encima de la condición de operación segura, el sistema se parará y la condición queda bloqueada. El botón pulsador de reposición arrancará el sistema.
<b>12</b>	"KOD High Level" (Nivel Alto del Tanque Separador)	LT12	Indica que el nivel de líquido en el KOD está por encima de la condición de operación segura, el sistema se parará y la condición queda bloqueada. El botón pulsador de reposición tendrá que ser oprimido para volver a arrancar el sistema.

**ANEXO C**  
**AJUSTES INICIALES DEL SISTEMA.**

Los siguientes ajustes o calibraciones serán utilizados para fines de información, solamente deberán ser usados por motivos de modificación en caso de un ajuste necesario.

**Tabla 5.2** Ajustes iniciales del quemador de gases residuales

<b>No de Identificación</b>	<b>Componente</b>	<b>Punto de Ajuste</b>
PCV-200	Presión de línea piloto	15" W.C.
PCV-100	Presión de línea del quemador	45" W.C
TIC-600	Controlador de limite de alta temperatura del conducto	2000°F
TIC-601	Controlador de alarma de alta temperatura del conducto	1800°F
TIC-601	Punto de ajuste de temperatura del conducto	1600°F
TC-300	Alta temperatura del arrestador de flama	250°F
HV-100	Válvula manual principal del gas del quemador	Abierta
HV-101	Válvula manual principal del gas del quemador	Abierta
HV-400	Válvula de drenaje del 36D24	Cerrada
GC-200	Válvula grifo del gas piloto	Abierta
HV-502	Válvula de drenaje del fondo del sello liquido	Abierta
HV-501	Válvula de drenaje de fondo de sello liquido	Cerrada
HV-500	Válvula de llenado de agua de sello liquido	Abierta
HV-503, HV-504	Válvulas de aislamiento del nivel del indicador del sello liquido	Abiertas
HV-402, HV-403	Válvulas de aislamiento del indicador de nivel del 36D24	Abiertas
FCV-300	Válvula de Gas de desecho.	Cerrada
SSV-100, SSV-101	Válvulas de corte de seguridad	Cerradas

**ANEXO D**  
**ESQUEMA DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DEL QUEMADOR**  
**DE GASES**

**Tabla 5.3** Frecuencia de mantenimiento del quemador de gas

ITEM	DESCRIPCION	CADA MES	CADA 3 MESES	SEMI ANUAL	ANUAL
1	Revisar el lentes del escáner UV y limpiar según sea necesario	x			
2	Verificación y limpieza del transformador de ignición		x		
3	Verificación del quemador térmico y del soplador de aire			x	
4	Verificación y calibración del modulo de monitoreo de flama			x	
5	Verificación y calibración de los dampers de ingreso de aire			x	

**Tabla 5.4** Frecuencia de mantenimiento del tren de válvulas

ITEM	DESCRIPCION	CADA MES	CADA 3 MESES	SEMI ANUAL	ANUAL
1	Verificación y calibración de los reguladores de presión de las entrada de gas			x	
2	Verificación y calibración de los presostatos de alta y baja presión de gas			x	
3	Verificación y calibración de las válvulas y actuadores de corte de seguridad de entrada de gas. Es necesario realizar la hermeticidad de la válvula.			x	
4	Verificación y calibración de la válvula de control de flujo de gas al quemador			x	
5	Inspeccionar todo el cableado para determinar si hay deterioro del mismo				x

**Tabla 5.5** Frecuencia de mantenimiento del skid de gas

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CADA MES</b>	<b>CADA 3 MESES</b>	<b>SEMI ANUAL</b>	<b>ANUAL</b>
1	Verificación y calibración de los switch de nivel de agua			x	
2	Verificación y calibración del actuador eléctrico para la válvula de entrada de gas de las isletas.			x	
3	Verificación y calibración del actuador eléctrico para válvula tipo bola.			x	

**ANEXO E**  
**STOCK DE INSTRUMENTOS RECOMENDADOS PARA EL**  
**QUEMADOR DE GASES**

**Tabla 5.6** Instrumentos recomendados para mantener stock en almacén

<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
1	<b>CONTROLADOR DE TEMPERATURA</b> MARCA: HONEYWELL MODELO: UDC-2300	SISTEMA DE IGNICION	1
2	<b>CONTROLADOR DE TEMPERATURA</b> MARCA: HONEYWELL MODELO: UDC-3300	SISTEMA DE IGNICION	1
3	<b>CONTROLADOR DE TEMPERATURA</b> MODELO: E5C2 MARCA: OMRON	SISTEMA DE IGNICION	1
4	<b>TRANSFORMADOR DE IGNICIÓN</b> MODELO: 841 MARCA: ELIPSE COMBUSTION	SISTEMA DE IGNICION	1
5	<b>TERMOCUPLA DOBLE DE 4''</b> <b>(MEDICION REDUNDANTE)</b>	SISTEMA DE IGNICIÓN	2
6	<b>TERMOCUPLA DOBLE DE 12''</b> <b>(MEDICIÓN REDUNDANTE)</b>	SISTEMA DE IGNICIÓN	2
7	<b>BUJÍA TA-100</b>	SISTEMA DE IGNICIÓN	3
8	<b>ESCÁNER UV</b> MARCA: ECLIPSE COMBUSTIÓN	SISTEMA DE IGNICIÓN	1
9	<b>REGULADOR DE PRESIÓN DE ½''</b> MODELO: 043-182 MARCA: EQUIMETER	TREN DE VÁLVULAS	1
10	<b>REGULADOR DE PRESIÓN DE 2''</b> MODELO: 043-182 MARCA: EQUIMETER	TREN DE VÁLVULAS	1
11	<b>VÁLVULA Y ACTUADOR DE CORTE</b> MODELO: 2" FF 5000 MARCA: MAXON	TREN DE VÁLVULAS	1

**Tabla 5.6 Instrumentos recomendados para mantener stock en almacén.**

(Continuación)

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	CANTIDAD
12	<b>PRESOSTATOS DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DE GAS AL QUEMADOR.</b> MODELO: PIXJ30 MARCA: BARKSDALE	TREN DE VÁLVULAS	1
13	<b>ACTUADOR ELÉCTRICO PARA VÁLVULA DE CONTROL DE FLUJO DE GAS AL QUEMADOR.</b> MODELO: MAR 10-30 MARCA: RCS	TREN DE VÁLVULAS	1
14	<b>SWITCH DE NIVEL DE AGUA.</b> MARCA: SOR TIPO: 1510	SKID DE GAS	1
15	<b>VÁLVULA SOLENOIDE.</b> MODELO: 8030 MARCA. ASCO	SKID DE GAS	1
16	<b>ACTUADOR ELÉCTRICO PARA VÁLVULA TIPO BOLA DE 2" PARA DRENAJE DE AGUA.</b> MODELO: MAR 10-10 MARCA: RCS	SKID DE GAS	1

**ANEXO F**  
**FUNCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS**

La función de los instrumentos utilizados en el quemador de gases son descritos a continuación [9]:

**Actuador eléctrico para dampers:** Controla el ingreso de aire hacia el quemador, cuando la temperatura asciende los dampers deben dejar que ingrese aire para poder disipar el calor.

**Actuador eléctrico para válvula de entrada de gas:** Bloquea el ingreso de gas de la planta de despacho hacia el circuito de quemador.

**Actuador eléctrico para válvula de control de flujo de gas al quemador:** Es el instrumento encargado de controlar el ingreso de gas propio de la refinería para mantener una temperatura mínima de 650°C en el quemador.

**Actuador eléctrico para válvula tipo bola de 2” para drenaje de agua:** Es el encargado de mantener el agua del sello líquido por debajo del nivel HH antes que se desactive el sistema.

**Controlador de temperatura:** Controla las temperaturas del arrastrador de llama, que la cámara para que no descienda por debajo de 650°C durante la operación y la actuación de los dampers para el ingreso de aire.

**Control de seguridad de flama:** Controla que el piloto tenga llama para el encendido del gas que ingresa desde planta de despacho.

**Interruptores tipo flotador:** Verifica el nivel de líquido en los recipientes de preparación de gas al quemador.

**Interruptores de presión:** Son presostatos que verifican la baja y alta presión de gas hacia el quemador.

**Interruptores de límite de válvulas:** Confirman el cierre de válvulas.

**PLC:** El controlador lógico programable procesa las entradas y salidas para el control del sistema.

**Regulador de presión:** Controlan la presión de gas que ingresa tanto por la línea de 2” hacia el quemador como por la línea de 1/2” hacia el piloto.

**Termopar Tipo-K:** Recoge las lecturas de temperatura de la cámara, se encuentran ubicadas en la parte superior y son redundantes.

**Transformador de ignición:** Genera la chispa para que se encienda el piloto.

**Transformador de ignición:** Genera una chispa de alto voltaje para encender el piloto.

**Transmisor de Presión:** Censa la presión de vacío que se genera en la línea de 4'' cuando el sistema está operativo. Cierra un lazo de control de presión con el variador de velocidad.

**Válvula Motorizada:** Controla el alivio de los vapores en caso que el sistema se detenga por emergencia.

**Válvula y actuador de corte:** Son elementos de seguridad que se activan para bloquear el ingreso de gas propio de la refinería al quemador cuando sucede algún paro de emergencia.

**Variador de Velocidad:** Controla la velocidad de giro del soplador de gas (36J1) y en consecuencia mantiene una presión constante en la línea del "skid" de gas.

**ANEXO G**  
**HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE LOS INSTRUMENTOS**

# ECLIPSE VERI-FLAME MONITORING SYSTEMS

## **Monitor, diagnose, troubleshoot and control single burner systems with individual valve trains**

Eclipse Veri-Flame Monitoring Systems carry the approvals necessary for application virtually anywhere in the world. Versions are available to meet UL, FM and CSA or CE.

Each Veri-Flame Flame Monitoring System will control the startup sequence and monitor the flame of an individual gas, oil or combination gas/oil burner. Three basic models are available:

- Purge
- No Purge
- Modulation

Each model comes in a range of performance specifications to fit a variety of custom applications. All Veri-Flame systems are designed around Eclipse microprocessor control technology and provide the following standard and optional benefits:

- Space saving design.
- Solid state controls for reliability and longevity.
- Versions with DIP switches make it easy to set sequence and timing functions and configure the system.
- Microprocessor control simplifies fault and relay testing and dynamic on-board testing.
- Test mode for pilot flame adjustment.
- Air switch monitor to test for a faulty or jumpered air switch.

## **For Single & Multiple Burner “One-Down, One-Out” Systems**

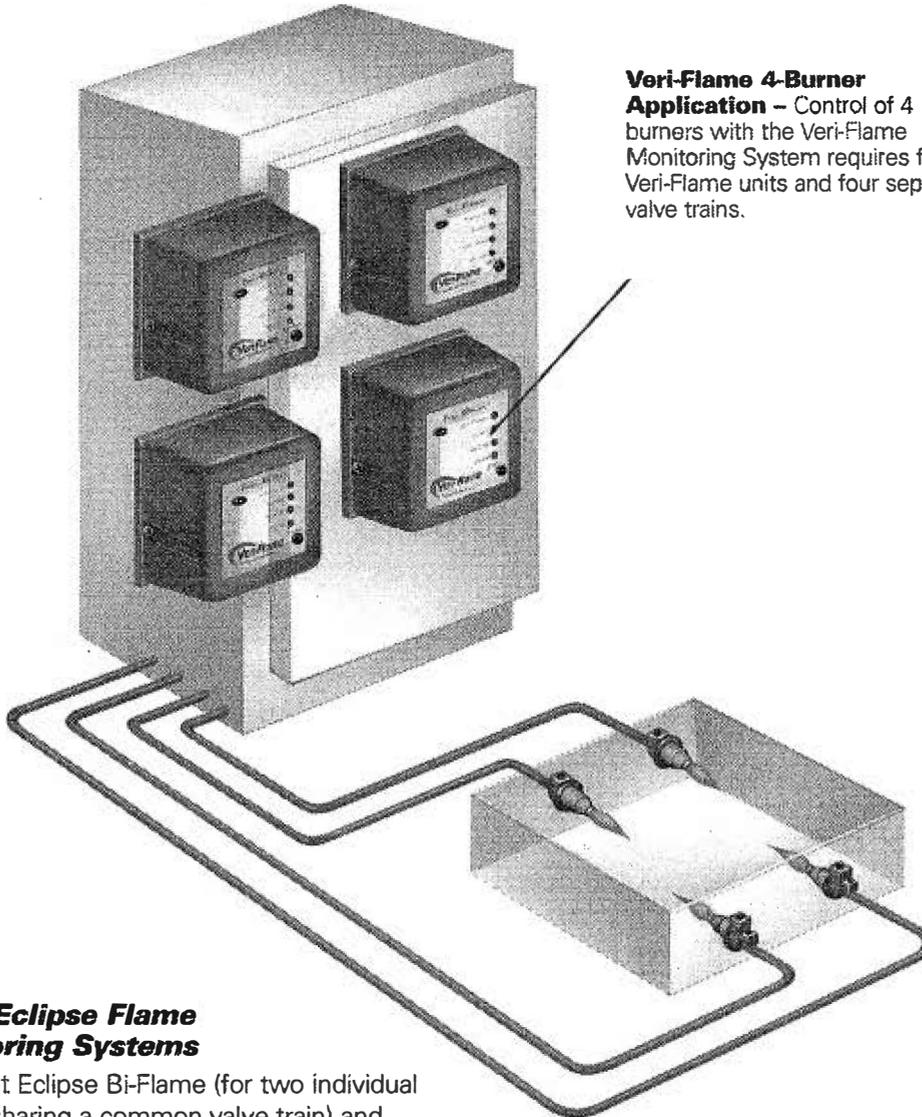


- Two versions are available: One carries UL, CSA and FM approvals, the other carries the CE mark.
- Modulation model tests for purge position and start position.
- Proof of valve closure testing simplifies code compliance.
- Optional remote LCD unit, with reset button displays alphanumeric messages, can be mounted in the door for greater monitoring convenience.

**ECLIPSE®**  
Innovative Thermal Solutions

# Veri-Flame Monitoring System

For single and multiple burner systems.



**Veri-Flame 4-Burner Application** – Control of 4 burners with the Veri-Flame Monitoring System requires four Veri-Flame units and four separate valve trains.

## Other Eclipse Flame Monitoring Systems

Ask about Eclipse Bi-Flame (for two individual burners sharing a common valve train) and Multi-Flame (for control of up to 20 burners sharing a common valve train) microprocessor-controlled flame monitoring systems, and the Peek-A-Flame (for simple flame detection without control sequencing).

**ECLIPSE®**  
Innovative Thermal Solutions  
[www.eclipsenet.com](http://www.eclipsenet.com)

# Especificaciones

## ■ Valores nominales

Tensión de alimentación	100/110/120 Vc.a. (común), 200/220/240 Vc.a. (común) (véase la nota). 50/60 Hz (común)
Rango de tensión de funcionamiento	90% a 110% de la tensión de alimentación nominal
Consumo	Aprox. 2 VA
Entrada	Termopar (con circuito de detección de sensores quemados), termorresistencia de platino o termistor
Modo de control	Control ON/OFF o control P
Método de configuración	Configuración analógica
Método de indicación	Sin indicación
Salida de control	Salida de relé: SPDT, 3 A a 250 Vc.a., carga resistiva (capacidad de conmutación: 330 VA)

Nota: Especifique si desea 100/110/120 Vc.a. ó 200/220/240 Vc.a. al realizar el pedido.

## ■ Rangos de entrada

Entrada		Termopar		Termorresistencia de platino	Termistor (véase la nota 2)
		K (CA) Cromel y alumel	J (IC) Hierro y constantan	Pt100	THE
Rango	°C	0 a 200 (5), 0 a 300 (10), 0 a 400 (10), 0 a 600 (20), 0 a 800 (20), 0 a 1.000 (25), 0 a 1.200 (25)	0 a 200 (5), 0 a 300 (10), 0 a 400 (10)	-50 a 50 (2), -20 a 80 (2), 0 a 50 (1), 0 a 100 (2), 0 a 200 (5), 0 a 300 (10), 0 a 400 (10)	-50 a 50 (2) (6 kΩ a 0°C), 0 a 100 (2) (6 kΩ a 0°C), 50 a 150 (2) (30 kΩ a 0°C), 100 a 200 (2) (550 Ω a 200°C), 150 a 300 (2) (4 kΩ a 200°C)
	°F	32 a 392 (10), 32 a 572 (20), 32 a 752 (20), 32 a 1.112 (40), 32 a 1.472 (50), 32 a 1.832 (50), 32 a 2.192 (50)	32 a 392 (10), 32 a 572 (20), 32 a 752 (20)	32 a 212 (5), 32 a 392 (10)	---

Nota: 1. Los valores entre paréntesis corresponden a la unidad mínima.

2. Los valores entre paréntesis corresponden al valor resistivo del termistor.

## ■ Características

Precisión de la configuración	±2% de FS máx.
Histéresis	Aprox. 0,5% de FS (fijo)
Banda proporcional	3% de FS (fijo)
Periodo de control	Aprox. 20 s
Rango de reset (véase la nota 1)	5 ±1% de FS mín.
Resistencia de aislamiento	20 MΩ mín. (a 500 Vc.c.)
Rigidez dieléctrica	2.000 Vc.a., 50/60 Hz durante 1 minuto entre terminales con carga y piezas metálicas sin carga
Resistencia a vibraciones	Malfunción: 10 a 55 Hz, 0,15 mm de amplitud durante 10 minutos/cada en las direcciones X, Y y Z Destrucción: 16,7 Hz, 2 mm de amplitud p-p durante 2 horas/cada en las direcciones X, Y y Z
Resistencia a golpes	Malfunción: 147 m/s <sup>2</sup> , 3 veces/cada en 6 direcciones Destrucción: 294 m/s <sup>2</sup> , 3 veces/cada en 6 direcciones
Vida útil	Eléctrica: 100.000 operaciones mín. (3 A a 110 Vc.a., carga resistiva)
Temperatura ambiente	Operación: -10°C a 55°C (sin formación de hielo ni condensación)
Humedad ambiente	Operación: 45% a 85%
Grado de protección	Panel frontal: Norma IEC IP 40 (véase la nota 2) Terminales: Norma IEC IP 00
Peso	Aprox. 200 g (con adaptador para montaje en panel)

Nota: 1. Los modelos E5C2 con control ON/OFF no incorporan la función de reset.

2. El número de modelo de la tapa estanca especial que cumple con NEMA4. IP66 es Y92A-48B.

# Controlador analógico de temperatura E5C2

**Controlador de temperatura ON/OFF o P con un punto de consigna y dimensiones DIN (48 x 48 mm)**

- Controlador de temperatura compacto de bajo coste.
- Incorpora funciones de control proporcional y de ajuste de reset.
- Posibilidad de montaje adyacente mediante el uso de un adaptador para montaje.
- Incorpora una conexión con base, lo que permite el montaje en carril DIN y el montaje en panel.



## Estructura de la referencia

### Composición de la referencia

E5C2-       
 1 2 3 4 5

**1. Nombre de modelo**

**2. Salida de control**

- R: Relé
- Q: Tensión

**3. Método de control**

- 20: Control ON/OFF
- 40: Control P

**4. Tipo de entrada**

- K: Termopar modelo K
- J: Termopar modelo J
- P: Termorresistencia de platino (Jpt100)
- G: Termistor (THE)

**5. Modelo especial**

- Nada: Modelo estándar
- D, DIN: Modelos especiales

## Tabla de selección

### Controladores de temperatura

Método de configuración	Método de indicación	Modo de control	Salida	Modelo			
				Termopar		Termorresistencia de platino: Pt100, JPt100	Termistor THE
				K (CA) Cromel y alumel	J (IC) Hierro y constantan		
Configuración analógica	Sin indicación	ON/OFF	Relé	E5C2-R20K	E5C2-R20J	E5C2-R20P-D	E5C2-R20G
		P	Relé	E5C2-R40K	E5C2-R40J	E5C2-R40P-D	---

**Nota:** Cuando realice un pedido, especifique la tensión de alimentación y el rango de temperatura estándar además del número de modelo. (por ejemplo, E5C2-R20K 0°C a 200°C 100/110 Vc.a.)

### Accesorios (pedir por separado)

Nombre	Modelo
Base de montaje frontal	P2CF-08
Base de montaje posterior (para montaje en panel)	P3G-08
Base de montaje frontal con protección de dedos	P2CF-08-E
Tapa protectora (para proteger los dedos)	Y92A-48G

Controlador de temperatura

# Especificaciones

## ■ Valores nominales

Tensión de alimentación	100/110/120 Vc.a. (común), 200/220/240 Vc.a. (común) (véase la nota). 50/60 Hz (común)
Rango de tensión de funcionamiento	90% a 110% de la tensión de alimentación nominal
Consumo	Aprox. 2 VA
Entrada	Termopar (con circuito de detección de sensores quemados), termorresistencia de platino o termistor
Modo de control	Control ON/OFF o control P
Método de configuración	Configuración analógica
Método de indicación	Sin indicación
Salida de control	Salida de relé: SPDT, 3 A a 250 Vc.a., carga resistiva (capacidad de conmutación: 330 VA)

Nota: Especifique si desea 100/110/120 Vc.a. ó 200/220/240 Vc.a. al realizar el pedido.

## ■ Rangos de entrada

Entrada		Termopar		Termorresistencia de platino	Termistor (véase la nota 2)
		K (CA) Cromel y alumel	J (IC) Hierro y constantan	Pt100	THE
Rango	°C	0 a 200 (5), 0 a 300 (10), 0 a 400 (10), 0 a 600 (20), 0 a 800 (20), 0 a 1.000 (25), 0 a 1.200 (25)	0 a 200 (5), 0 a 300 (10), 0 a 400 (10)	-50 a 50 (2), -20 a 80 (2), 0 a 50 (1), 0 a 100 (2), 0 a 200 (5), 0 a 300 (10), 0 a 400 (10)	-50 a 50 (2) (6 kΩ a 0°C), 0 a 100 (2) (6 kΩ a 0°C), 50 a 150 (2) (30 kΩ a 0°C), 100 a 200 (2) (550 Ω a 200°C), 150 a 300 (2) (4 kΩ a 200°C)
	°F	32 a 392 (10), 32 a 572 (20), 32 a 752 (20), 32 a 1.112 (40), 32 a 1.472 (50), 32 a 1.832 (50), 32 a 2.192 (50)	32 a 392 (10), 32 a 572 (20), 32 a 752 (20)	32 a 212 (5), 32 a 392 (10)	---

Nota: 1. Los valores entre paréntesis corresponden a la unidad mínima.

2. Los valores entre paréntesis corresponden al valor resistivo del termistor.

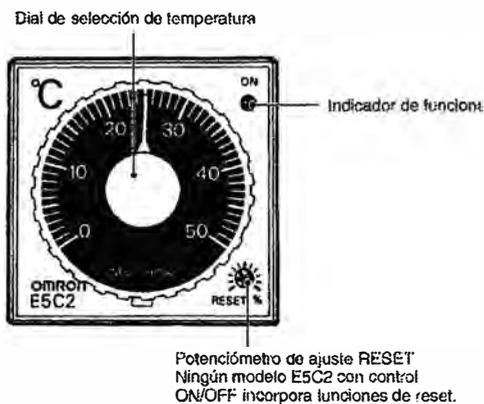
## ■ Características

Precisión de la configuración	±2% de FS máx.
Histéresis	Aprox. 0,5% de FS (fijo)
Banda proporcional	3% de FS (fijo)
Periodo de control	Aprox. 20 s
Rango de reset (véase la nota 1)	5 ±1% de FS mín.
Resistencia de aislamiento	20 MΩ mín. (a 500 Vc.c.)
Rigidez dieléctrica	2.000 Vc.a., 50/60 Hz durante 1 minuto entre terminales con carga y piezas metálicas sin carga
Resistencia a vibraciones	Malfunción: 10 a 55 Hz, 0,15 mm de amplitud durante 10 minutos/cada en las direcciones X, Y y Z Destrucción: 16,7 Hz, 2 mm de amplitud p-p durante 2 horas/cada en las direcciones X, Y y Z
Resistencia a golpes	Malfunción: 147 m/s <sup>2</sup> , 3 veces/cada en 6 direcciones Destrucción: 294 m/s <sup>2</sup> , 3 veces/cada en 6 direcciones
Vida útil	Eléctrica: 100.000 operaciones mín. (3 A a 110 Vc.a., carga resistiva)
Temperatura ambiente	Operación: -10°C a 55°C (sin formación de hielo ni condensación)
Humedad ambiente	Operación: 45% a 85%
Grado de protección	Panel frontal: Norma IEC IP 40 (véase la nota 2) Terminales: Norma IEC IP 00
Peso	Aprox. 200 g (con adaptador para montaje en panel)

Nota: 1. Los modelos E5C2 con control ON/OFF no incorporan la función de reset.

2. El número de modelo de la tapa estanca especial que cumple con NEMA4. IP66 es Y92A-48B.

# Descripción del panel frontal

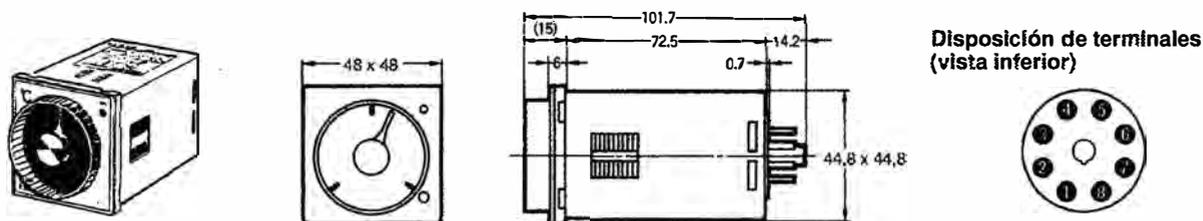


## Indicador de funcionamiento

Indicador	Salida
Rojo Encendido	ON (activado)
Apagado	OFF (desactivado)

## Dimensiones

Nota: Todas las dimensiones se expresan en milímetros, a menos que se especifique lo contrario.

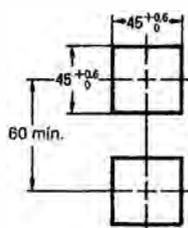


### Dimensiones con adaptador para instalación empotrada (Accesorio) y base de montaje posterior (se vende por separado)

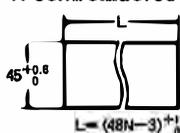


Nota: 109 mm para base de montaje posterior US08

### Sección del panel



### Montaje en paralelo de N controladores



N	2	3	4	5	6
L	93 <sup>+1</sup> <sub>0</sub>	141 <sup>+1</sup> <sub>0</sub>	189 <sup>+1</sup> <sub>0</sub>	237 <sup>+1</sup> <sub>0</sub>	285 <sup>+1</sup> <sub>0</sub>

- Nota: 1. El grosor recomendado del panel es de 1 a 4 mm.  
2. Es posible instalar las unidades lo más cerca posible unas de otras (en una sola dirección).

Controlador de temperatura



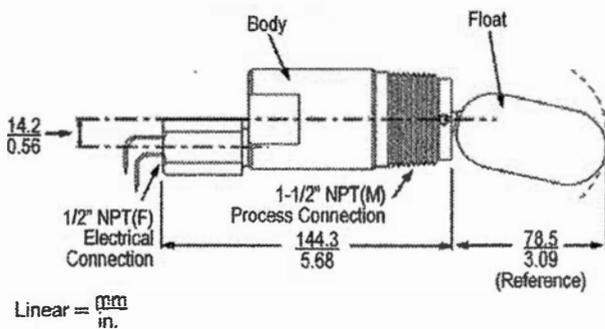
# Type 1510 Electric Level Switch

Form 498

**Type 1510** is a horizontally mounted, float-operated level switch suitable for plant and OEM applications where open or closed contacts are required to signal presence or absence of liquid at a discrete level. The float extension arm moves a magnet which actuates (deactuates) a hermetically sealed reed switch. Actuation (deactuation) can be reversed by rotating the unit 180 degrees.



## Dimensions



## Product Specifications

Mounting (Half coupling only)		
Orientation	Horizontal mount only	
Connection Size	1-1/2" NPT(M) Standard	
For	Change	To
2" NPT(M)	G5A	G2A
Flanged Mounting	G5A	*
*See flange table on page 2 for option designator (316SS construction only)		
Maximum Process Pressure	1500 psi (100 bar)	
Electrical		
Switch Type	Hermetically sealed reed switch with 18" 20 AWG wire leads	
Switch Rating (resistive)	1 amp at 110 VAC 3 amps at 28 VDC	
Housing	Class I, Groups A, B, C & D; Divisions 1 & 2	
Relay Housing	Class I, Groups C & D; Divisions 1 & 2	
Connection Size	1/2" NPT(F)	
Contact Form	SPST (For SPDT change W9 to W1 in the model number.)	
Minimum Specific Gravity	0.45	
Design Code	ANSI B31.3	
Shipping Weight	Approximately 6 lbs. (3 kg)	
Agency Listing	CSA Certified (optional). See Page 2.	

*Design and specifications are subject to change without notice. For latest revision, see [www.sorinc.com](http://www.sorinc.com).*

## How to Order

Select model number from table below. Accessory designator(s) may be added after ES if required. See page 2.

Body Material	Float Material	Process Rating		Model Number
303SS* Standard	316SS (Standard)	1500 psi - 40 to 400°F	100 bar	1510B - G5A - C - W9 - ES
	Monel	900 psi - 40 to 400°F	62 bar	1510B - G5A - M - W9 - ES
	Polypropylene	5000 psi - 40 to 150°F	345 bar	1510B - G5A - S - W9 - ES
316SS	316SS	1500 psi - 40 to 400°F	100 bar	1510C - G5A - C - W9 - ES
	Monel	900 psi - 40 to 400°F	62 bar	1510C - G5A - M - W9 - ES
	Polypropylene	5000 psi - 40 to 150°F	345 bar	1510C - G5A - S - W9 - ES

\*Also known as ASME SA 320 Grade B8F.

Registered Quality System to ISO 9001

# Type 1510 Electronic Level Switch

Optional Flanges

## Optional Flanges (316SS) construction only

Designator	Raised Face Flange		Designator	Raised Face Flange	
G7C	2-1/2"	150#	G4C	4"	150#
G7D		300#	G4D		300#
G7E		600#	G6C	6"	150#
G3C	3"	150#	G6D		300#
G3D		300#			
G3E		600#			

On flanged units, the float will be detached from the unit during shipping.

## Optional Accessories Add option designator(s) to end of model number.

Description	Designator
Wetted parts are cleaned for industrial oxygen service.	BB
ATEX and IECEx approved.	CL
3/4" NPT(F) conduit connection.	CR
CSA Certified, Class I, Group A, B, C, D; Divisions 1 & 2. For relay option; Class I, Group C & D, Divisions 1 & 2.	CS*
Canadian Registration Number (CRN). Maximum allowable pressure rating is 1500 psi. Consult the factory for details.	CV
Manual check accessory (uses Viton GLT o-rings).	MC**
NACE construction - MR-01-75. Available only with 316SS materials of construction.	NC
Tag, fiber. Attached with plastic wire to housing. Stamped with customer-specified tagging information.	PP
24 VDC powered DPDT relay in explosion proof terminal box. Contact rating: 10 amps @ 115 VAC, Class I, Group C, D; Divisions 1 & 2.	RB
120 VAC powered DPDT relay in explosion proof terminal box. Contact rating: 10 amps @ 115 VAC, Class I, Group C, D; Divisions 1 & 2.	RC
Tag, stainless steel. Attached with stainless steel wire to housing. Stamped with customer-specified tagging information.	RR
Stainless steel nameplate permanently attached to housing. Stamped with customer specified tagging information.	TT
Fungicidal varnish. Covers exterior except working parts.	VV
Powder coat epoxy coating. No coating on 316SS parts or plated screws. (500 hours)	PY
Epoxy coating. Exterior only. Polyamide epoxy with 316SS pigment. (200 hours)	YY
ANSI B31.3 certificate of conformance.	CZ

\*CS option is required on all flange mounted units. \*\*Manufacturer limits on Viton GLT are -40 to 400°F.

## Replacement Parts

Part Number	Description
3130-091	SPST Hermetically Sealed Reed Switch Capsule
3130-242	SPDT Hermetically Sealed Reed Switch Capsule
3130-106	SPST Hermetically Sealed Reed Switch Capsule for CSA Certified units
3130-243	SPDT Hermetically Sealed Reed Switch Capsule for CSA Certified units
3130-052	316SS Float Assembly

## Limited Warranty

SOR® agrees to repair or replace any switch found to be defective in material or workmanship within five years from date of shipment. The limited warranty is valid only if the switch was installed in accordance with published factory installation instructions, operated within the design limitations stated on the nameplate, and returned to the factory for inspection, freight prepaid, within the warranty period. Contact the factory for return authorization. No claim for labor or consequential damages will be allowed.



Form 498 (0407) © 2007 SOR Inc.

14685 West 105th Street, Lenexa, Kansas 66215 913-888-2630 Toll Free 800-676-6794 www.sorinc.com

# Pressure

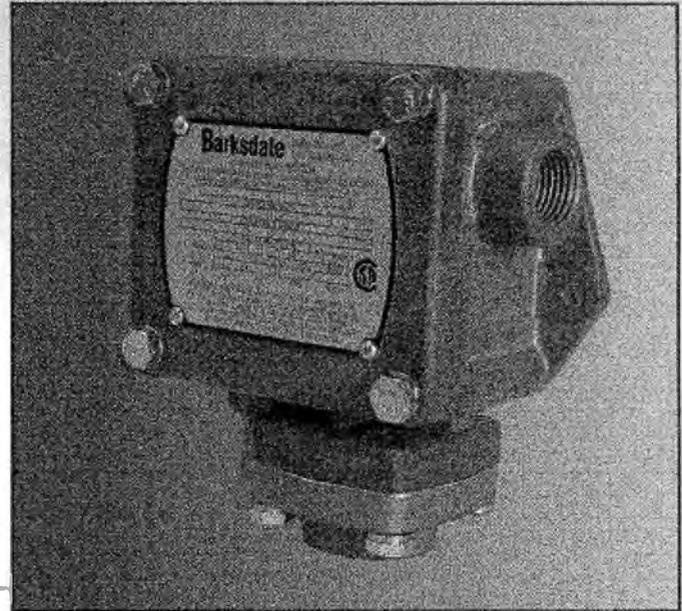
## Explosion Proof Limit Switch

### Features

- ▶ Explosion proof housing
- ▶ High reliability
- ▶ Extremely long life
- ▶ UL & CSA listed
- ▶ Oil & dust tight

### Applications

- ▶ Power plants
- ▶ Water pumps
- ▶ Hydraulic power units
- ▶ Pneumatic devices
- ▶ General industrial applications
- ▶ Oil & gas applications

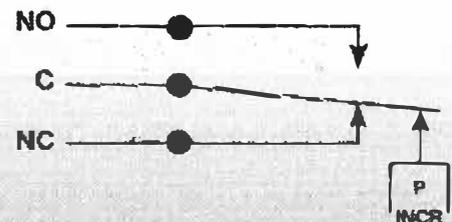


### General Specifications\*

<b>Electrical Characteristics:</b>	All models incorporate Underwriters Laboratories, Inc. and CSA Listed single pole double throw snap-action switching elements
<b>Accuracy:</b>	± 2% of the adjustable range
<b>Switch:</b>	Single pole double throw (SPDT) snap action; single circuit
<b>Wetted Parts:</b>	
Process Fitting:	Anodized aluminum
Diaphragm:	Buna-N
Enclosure:	Anodized aluminum
<b>Electrical Connection:</b>	Internal screw terminals via 1/2" NPT conduit connector
<b>Enclosure Ratings:</b>	NEMA 7, 9
<b>Pressure Connection:</b>	1/4"-18 NPT female (standard)
<b>Approvals:</b>	
UL:	File No. E37043; approved for hazardous locations, Class I, DIV 2 Groups C&D, Class II Groups E, F, & G; not available on 1600 psi range
CSA:	Class 3238-01, File No. 022354-0-000 (Not approved with hermetically sealed limit switch)
PED (European):	Compliant to PED 97/23/EC

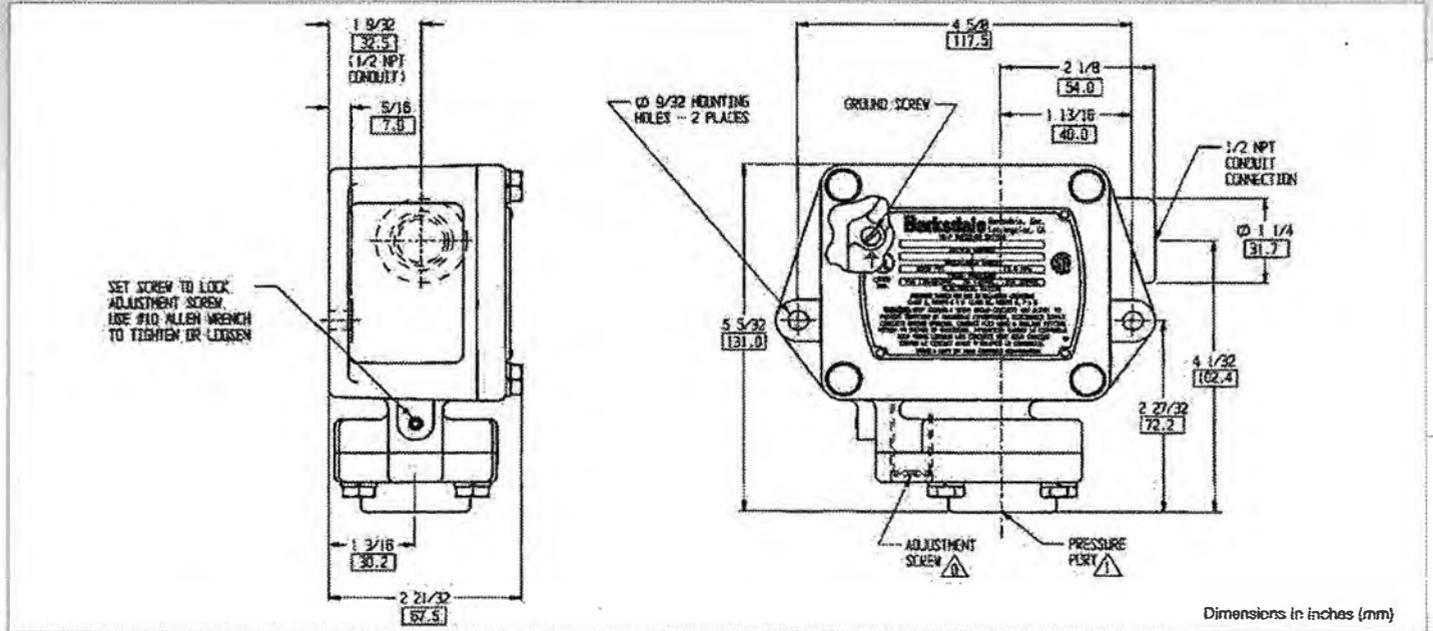
<b>Temperature Range:</b>	
Operating:	-20° to +165 °F (-29° to +74°C)
Storage:	-40° to +200 °F (-40° to +93°C)
<b>Adjustment Instructions:</b>	Loosen setscrew with a #10 allen wrench. With screwdriver, turn adjustment screw clockwise to increase and counterclockwise to decrease the actuation point. Tighten setscrew after desired setting is reached.
<b>Options:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Viton® diaphragm</li> <li>- Teflon diaphragm</li> <li>- NEMA 4X enclosure</li> <li>- Hermetically sealed limit switch</li> <li>- Factory preset</li> <li>- Cleaned for oxygen service</li> <li>- CSA approval</li> </ul>
<b>Shipping Weight:</b>	3.75 lbs. approximate

### Wiring Diagram



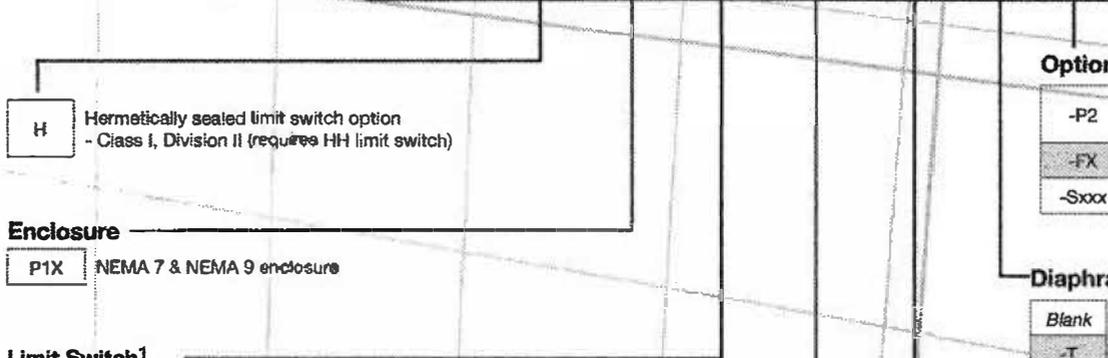
\* See product configurator for additional options

Technical Drawing



Dimensions in inches (mm)

Product Configurator Example P1X -H 85 SS



**H** Hermetically sealed limit switch option  
- Class I, Division II (requires HH limit switch)

**Enclosure**  
**P1X** NEMA 7 & NEMA 9 enclosure

**Limit Switch<sup>1</sup>**

<b>-B</b>	10 amps @ 125/250/480 VAC; 2 amps @ 600 VAC; 0.05 amps @ 125 VDC; 0.03 amps @ 250 VDC (standard for 30, 85, and 340 ranges)
<b>-F</b>	10 amps @ 125/250/480 VAC; 2 amps @ 600 VAC; 0.4 amps @ 125 VDC; 0.2 amps @ 250 VDC
<b>-H</b>	10 amps @ 125/250 VAC; 3 amps @ 480 VAC (standard for 600 range)
<b>-J</b>	10 amps @ 125/250 VAC; 3 amps @ 480 VAC with elastomer boot (standard for 1600 range)
<b>-K</b>	10 amps @ 125/250/480 VAC; 2 amps @ 600 VAC; 0.05 amps @ 125 VDC; 0.03 amps @ 250 VDC
<b>-M</b>	10 amps @ 125/250 VAC; 3 amps @ 480 VAC; 0.5 amps @ 125 VDC; 0.25 amps @ 250 VDC
<b>-GH</b>	1 amp @ 125 VAC gold contacts
<b>-HH</b>	Hermetically sealed; 5 amps @ 125/250 VAC

**Options**

- P2** 1/2" NET pressure fitting (available only with stainless steel models)
- FX** NEMA 4X enclosure
- Sxxx** Factory preset (consult factory)

**Diaphragm/O-Ring**

- Blank** Buna-N diaphragm
- T** Teflon
- V** Viton® diaphragm (not available for 1600 Range)

**Pressure Fitting**

- Blank** Anodized aluminum, 1/4" NPT female
- SS** Stainless steel, 1/4" NPT female

**Pressure Range**

	Adjustable Range				Approx. Deadband <sup>2</sup> (Actuation Value) psi (bar)	Proof Pressure psi (bar)
	Decreasing - psi (bar)		Increasing - psi (bar)			
	Min	Max	Min	Max		
30	.5 (.03)	28.5 (1.9)	1 (.1)	30 (2)	.1 - 1.5 (.07 - .1)	2000 (133)
85	3 (.2)	81.5 (5.4)	4 (.3)	85 (5.7)	.25 - 3.5 (.02 - .23)	2000 (133)
340	6 (.4)	331.5 (22)	7 (.5)	340 (23)	1 - 8.5 (.07 - .6)	2000 (133)
600	25 (1.7)	581 (39)	27 (1.8)	600 (40)	2 - 19 (1.3 - 1.3)	2000 (133)
1600	400 (27)	1520 (101)	480 (32)	1600 (107)	20 - 80 (1.3 - 5.3)	2000 (133)

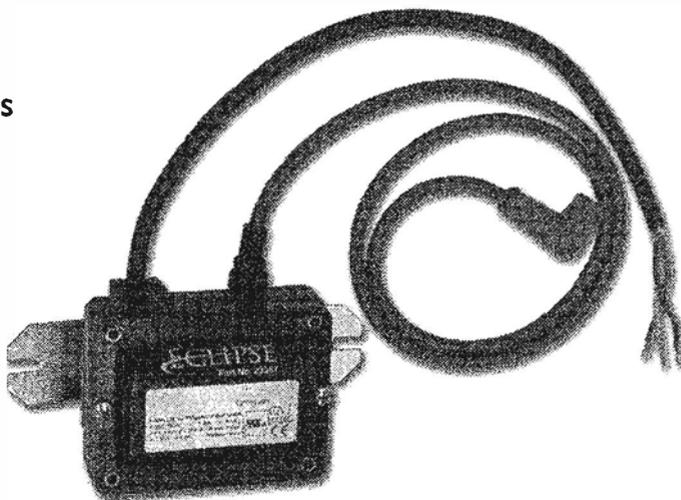
<sup>1</sup> Consult sales drawing for specific deadband values  
<sup>2</sup> Deadband values indicated when used with the "standard" limit switch



# Ignition

# Transformers

- Safer, more durable insulation
- Excellent mechanical properties
- Superior electronics
- High temperature rating
- Effective heat dissipation
- Compact design
- Light weight
- Durable sealed construction
- Reliable operation
- 100% final tested



Ignition Transformer with Bracket Kit and Ignition Cable  
(See Page 2 Accessories)

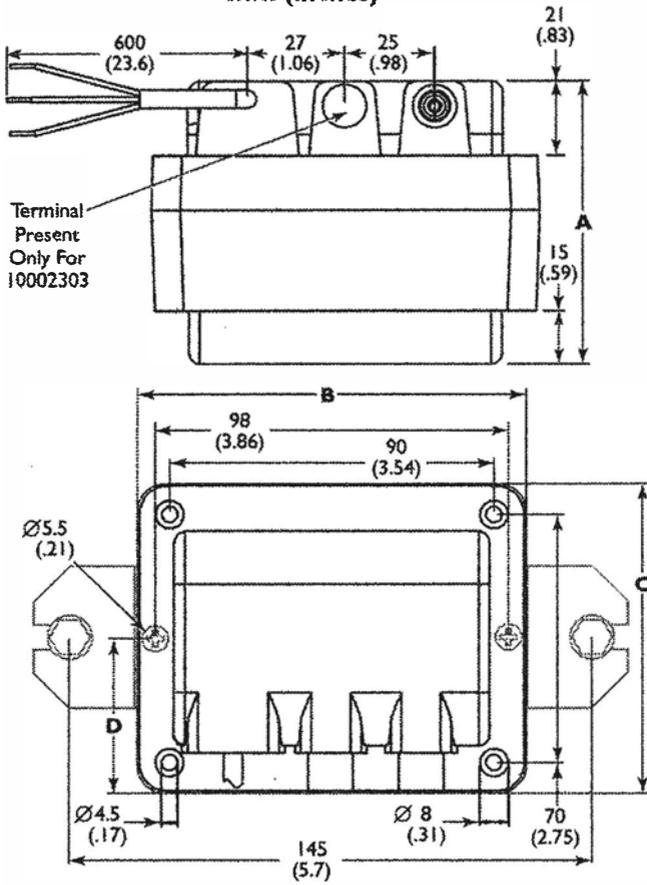
PARAMETER	22967	10002303	10002304	10005352	10012234
Primary Supply Voltage , VAC	120	120	120	220-240	110-120
Frequency , Hz	60	60	60	50-60	50-60
Primary Current, A	1.6	3.5	1.5	0.4	1.5
Power , VA	192	420	180	92	165
Secondary Voltage RMS [±10%], VAC	7000	2 x 5000	6000	6000	6000
Secondary Current RMS [±10%], mA	23	35	23	10	23
Secondary Ground Termination	End Pole	Center Tap	End Pole	End Pole	End Pole
Service Duty, % on-time /4 minutes	25%	25%	100%	100%	100%
Approvals	CE, cUL <sub>us</sub>	CE, cUL <sub>us</sub>	CE, cUL <sub>us</sub>	CE	CE
Weight, kg (lbs)	1.9 (4.2)	2.8 (6.2)	2.8 (6.2)	1.9 (4.2)	2.8 (6.2)
Surface Material	Araldite Epoxy Resin				
Ambient Temp, °C (°F)	90 (194) Maximum -40 (-40) Minimum				

CE Standards: EN 61558/2/3, VDE 0550, SEV BA9, 73/23/EEC Low Voltage Directive, and meets 89/336/EEC Electromagnetic Compatibility, emission standards EN 50081-1 and EN 55014-1/A2 when used with suppression wire and filter p.n. 10005353.

Underwriters Laboratories listed as a recognized component, cURus, for the Canadian and USA markets.

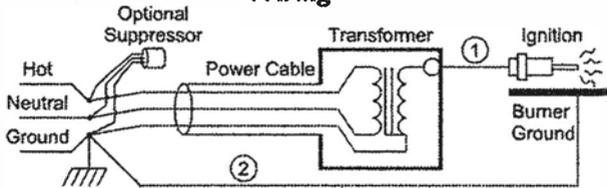
## Dimensions & Specifications

### Dimensions mm (inches)



Part Number	Dimensions mm (inches)			
	A	B	C	D
22967	65 (2.56)	106 (4.17)	86 (3.38)	43 (1.69)
10002303	80 (3.15)	108 (4.25)	87.4 (3.44)	43.7 (1.72)
10002304	80 (3.15)	108 (4.25)	87.4 (3.44)	43.7 (1.72)
10005352	65 (2.56)	106 (4.17)	86 (3.38)	43 (1.69)
10012234	80 (3.15)	108 (4.25)	87.4 (3.44)	43.7 (1.72)

### Wiring



Power Supply	Transformer	Suppressor
Hot (110-120 / 220-240 V)	Black or Brown	Black
Neutral (0 V)	White or Blue	Black
Ground (0 V)	Green-Yellow	White

#### NOTES:

1. Keep as short as possible and keep away from other wiring.
2. Insure good conductance and short path from burner ground to the transformer ground wire.

### Accessories

Part No.	Description	
20580	Kit, Bracket, Ignition Transformer, 40mm x 40mm, Consisting Of: Two Galvanized Brackets Two 5M x 50mm Iron Screw Two 5M x 4mm Iron Nut	
10013387	Cable, Ignition, 300mm Long (11.8"), Complete Cable Assembly, 7mm Dia. Suppression Wire Rated 20KV 4mm Diameter Straight Terminal Connector With Cap 6.3mm Diameter Right Angle Terminal Connector With Cover -50°C (-58°F) to 180°C (356°F)	
20581	Cable, Ignition, 1M Long (39.4"), Complete Cable Assembly, 7mm Dia. Suppression Wire Rated 20KV 4mm Diameter Straight Terminal Connector With Cap 6.3mm Diameter Right Angle Terminal Connector With Cover -50°C (-58°F) to 180°C (356°F)	
20603	Cable, Ignition, 3M Long (9.8"), Complete Cable Assembly, 7mm Dia. Suppression Wire Rated 20KV 4mm Diameter Straight Terminal Connector With Cap 6.3mm Diameter Right Angle Terminal Connector With Cover -50°C (-58°F) to 180°C (356°F)	
10005353	Suppressor, Emi Disturbance Suppression Filter for Ignition Transformer Primary	
10005354	Wire, ignition, Emi-Suppression, -50° to 180° C, 7mm Dia., Breakdown Voltage 20kV, Iso-Spec 3808/1 Clause 5.2.3	
10002352	Connector, Wire, 90 Degree with Spring, for Spark Electrode, 6.3mm Diameter, for 4.7-5.2-7mm Diameter Cable.	
10002353	Cap, Terminal, Wire, 90 Degree, Rubber, for Spark Electrode, for 4.7-5.2-7mm Diameter Cable.	
10002349	Connector, Wire, Straight, Output for Ignition Transformer, Phosphor Bronze, 4mm Diameter, for 4.7mm Diameter Cable (32756).	
10002351	Connector, Wire, Straight, Output for Ignition Transformer, Phosphor Bronze, 4mm Diameter, for 7mm Diameter Cable (10005354, 35449).	
10002354	Cap, Terminal, Wire, Straight, Rubber, L=35mm, Output for Ignition Transformer, for 4.7- 5.2-7mm Diameter Cable.	

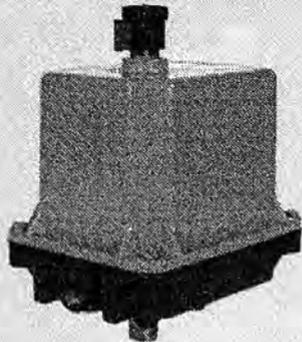
**ECLIPSE**  
Innovative Thermal Solutions

**Eclipse Combustion**  
www.eclipsenet.com



# MAR 10, 50 90

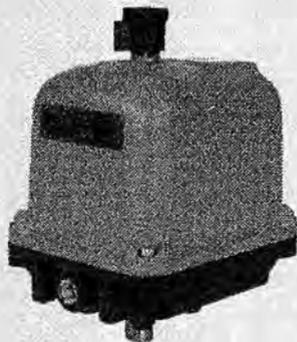
### Optional 7" Handwheel Available



NEMA 4 Enclosure

#### Approvals

**MAR Models Only**  
Canadian Standards Association  
CSA NRTL/C—Enclosure 4

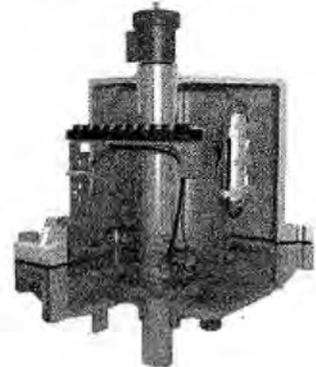


NEMA 7 Enclosure

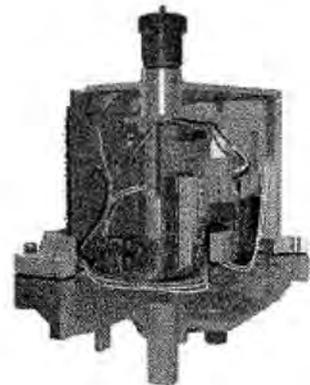
#### Approvals

**MAR Models Only**  
Canadian Standards Association  
CSA NRTL/C—Class I, Divisions 1 & 2,  
Groups C & D  
CSA NRTL/C—Class II, Divisions 1 & 2,  
Groups E, F & G  
CSA NRTL/C—Approved to UL standard  
No. 429, Electrically  
Operated Valves  
CSA NRTL/C—Approved to UL  
Standard No. 1203,  
Electrical Equipment for use  
In Explosion - proof  
And Dust - Ignition - proof  
Hazardous (Classified)  
Locations

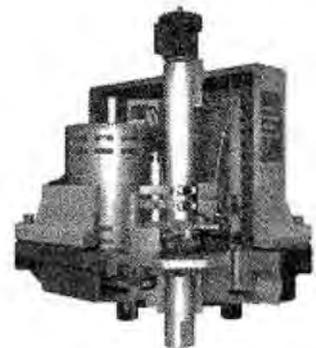
Models
MAR10, 50, 90 – A.C. Supply OCR10, 50, 90 – D.C. Supply
Typical Application
For on/off and modulating control of: • Part turn ball, butterfly or plug valves • Rotary dampers • Rotating equipment • Multi-turn valve types
Temperature Range
Standard: -40°F to +150°F -40°C to +65°C Optional: -60°F to +120°F -50°C to +48°C (Note: With Heaters Installed) Optional: Compliance to NFPA 130, capable of operation after exposure to ambient temperature of 482°F (250°C) for a minimum of 1 hour
Voltage
115 VAC, 1 Phase, 50/60 Hz. 230 VAC, 1 Phase, 50/60 Hz. 24 VAC, 1 Phase, 50/60 Hz. 12 VDC / 24 VDC
Torque Range
120 to 1,000 Inch pounds (13.5 to 112 newton meters)
Speed Range
.5 to 60 seconds for 90° revolution 7.5 and 30 RPM for multi-turns
Standard Features
AC Voltages 2 – SPDT Switches, PTC Heater DC Voltages 2 – SPDT (High Current) Switches



Open/Close



Modulating



Multi-Turn

**115 & 230 VAC, 1 Phase, 50/60 Hz.**

MAR

Model	Output Torque (Inch Pounds) (N·m)	Type	Speed of Operation (60 Hz / 50 Hz)	Duty Cycle Rating		Current Ratings 115 VAC		Current Ratings 230 VAC	
				115 VAC, 1 Ph., 50/60 Hz	230 VAC, 1 Ph., 50/60 Hz	N.L.A.*	L.R.A.*	N.L.A.*	L.R.A.*
MAR10-.5MT	30 (3.4)	Multi-Turn	30 RPM N/A	25% (2)	25% (2)	0.5	0.82	0.25	0.40
MAR10-2	120 (13.5)	Part Turn	2 seconds/90° (2.5 seconds/90°)	50% (1)	50% (1)	0.40	0.60	0.30	0.40
MAR10-2MT	120 (13.5)	Multi-Turn	7.5 RPM (6.2 RPM)	50% (2)	50% (2)	0.40	0.60	0.20	0.25
MAR10-10	350 (40)	Part Turn	10 seconds/90° (12 seconds/90°)	50% (1)	50% (1)	0.40	0.60	0.20	0.25
MAR10-30	425 (48)	Part Turn	30 seconds/90° (35 seconds/90°)	50% (2)	50% (2)	0.30	0.50	0.20	0.25
MAR10-60	400 (45)	Part Turn	60 seconds/90° (70 seconds/90°)	50% (2)	50% (2)	0.35	0.55	0.20	0.25
MAR50-2	600 (67)	Part Turn	2 seconds/90° (2.5 seconds/90°)	40% (1)	50% (1)	1.60	2.20	0.50	0.95
MAR50-2MT	600 (67)	Multi-Turn	7.5 RPM (6.2 RPM)	40% (2)	50% (2)	1.60	2.20	0.50	0.95
MAR50-.5MT	200 (22.5)	Multi-Turn	30 RPM N/A	25% (2)	- -	1.9	3.10	-	-
MAR50-10	600 (67)	Part Turn	10 seconds/90° (12 seconds/90°)	50% (1)	50% (1)	0.50	0.80	0.30	0.50
MAR50-30	700 (79)	Part Turn	30 seconds/90° (35 seconds/90°)	50% (2)	50% (2)	0.35	0.55	0.20	0.25
MAR50-60	600 (67)	Part Turn	60 seconds/90° (70 seconds/90°)	50% (2)	50% (2)	0.30	1.50	0.20	0.25
MAR90-5	1,000 (112)	Part Turn	5 seconds/90° (6 seconds/90°)	50% (1)	50% (1)	0.55	1.55	0.25	0.85
MAR90-5MT	1,000 (112)	Multi-Turn	3 RPM (2.5 RPM)	50% (2)	50% (2)	0.55	0.55	0.25	0.85
MAR90-15	1,000 (112)	Part Turn	15 seconds/90° (17.5 seconds/90°)	75% (2)	50% (2)	0.50	0.60	0.20	0.35

\* (N.L.A.) — No Load Ampere (L.R.A.) — Locked Rotor Ampere (1) — Open/Close Service (2) — Open/Close or Modulating Service

**Duty Cycle**

The percentage of time the electric motor is energized vs. the time it is at rest, in reversing duty and with the actuator running at it's rated load - maximum published torque.

**Isolation Relays**

To operate multiple actuators in parallel from a single signal requires isolating relays in the field wiring. Consult factory.

**Standard Modulating Duty Rating**

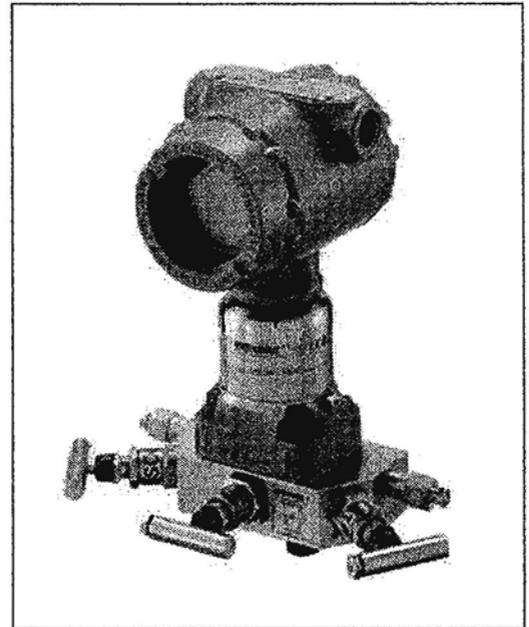
- 12 motor starts (corrections) per minute.
- At the rated duty cycle for that model.
- With the speed of operation a minimum of 15 seconds for 90° or slower.
- With positioning accuracy of (+/-) 1% of total span.

**Note** — Multi-turn models are available with the following number of turns: 1.4, 5, 8, 13, 18, 26 or 50. Must be specified when the order is placed.

# Rosemount 3051S Series of Instrumentation

## Scalable Pressure, Flow, and Level Solutions

- *Industry leading performance with 0.025% accuracy*
- *Industry's first %-of-reading flow transmitter delivering a 10x performance improvement*
- *Industry's first installed 10-year stability*
- *Unprecedented reliability backed by a 12-year limited warranty*
- *Scalable SuperModule® Platform enables more cost effective installation and maintenance practices to meet expanding needs*
- *Advanced Diagnostics provide process insight to prevent abnormal situations and increase plant availability*
- *Improved user interface with enhanced Electronic Device Description Language (EDDL)*
- *Safety Certified to IEC 61508*
- *Wireless output with >99% data reliability delivers rich HART data, protected by industry leading security*



### Contents

Rosemount 3051S Selection Guide .....	page 4
Specifications .....	page 5
Product Certifications .....	page 16
Dimensional Drawings.....	page 20
Ordering Information .....	page 30
Rosemount 3051S HART Configuration Data Sheet.....	page 47
Rosemount 3051S Wireless Configuration Data Sheet .....	page 50
Rosemount 3051S FOUNDATION fieldbus™ with Mass Flow Block (H01) Configuration Data Sheet.....	page 52



## Success through innovative measurement

### Industry leading performance with 0.025% accuracy

The Rosemount 3051S delivers cutting edge performance beginning with the *SuperModule* Platform. Among the many advances, Satum™ sensing technology incorporates a secondary sensor to optimize performance and expand diagnostic capabilities.

### Industry's first %-of-reading flow transmitter

Innovative design combined with patent-pending manufacturing techniques deliver a 10x performance improvement and a wide flow turndown with the Ultra for Flow performance class.

### Industry's first installed 10-year stability

Stability begins with the all-welded, 316L SST hermetically sealed *SuperModule* Platform that houses a single electronics board to eliminate moisture and field contaminant effects. See "Long Term Stability" on page 6 for details.

### Unprecedented reliability backed by a 12-year limited warranty

Further enhance installation practices and advanced diagnostic capabilities with the most reliable platform supported by a 12-year limited warranty. See "Warranty" on page 6 for details.

### Scalable *SuperModule* Platform

Provides a foundation for integrated pressure, flow, and level solutions. It allows you to customize performance, functionality, diagnostics, and process connections for your expanding application needs.

### Advanced Diagnostics



The 3051S powers the PlantWeb architecture by delivering the best field intelligence with advanced diagnostics for HART and FOUNDATION fieldbus. The New 3051S ASP™ Diagnostics Suite for HART, which includes Statistical Process Monitoring (SPM), variable logging with time stamp capabilities and advanced process alerts, provides new process insight to prevent abnormal situations.

### Enhanced EDDL

Improved user interface with better organization of device parameters and built in graphing system.

### Safety Certified to IEC 61508

The 3051S is certified to IEC 61508 for non-redundant use in SIL 1 and SIL 2 Safety Instrumented Systems and redundant use in SIL 3 Safety Instrumented Systems.

### Wireless enabled HART solutions

The scalable 3051S enables fully integrated self-organizing wireless solutions to optimize plant performance and reduce risk.

## Rosemount Pressure Solutions

### Rosemount 3051S Series of Instrumentation

Scalable pressure, flow and level measurement solutions improve installation and maintenance practices.

### Rosemount 3095 Mass Flow Transmitter

Accurately measures differential pressure, static pressure and process temperature to dynamically calculate fully compensated mass flow.

### Rosemount 305, 306 and 304 Manifolds

Factory-assembled, calibrated and seal-tested transmitter-to-manifold assemblies reduce installation costs.

### Rosemount 1199 Diaphragm Seals

Provides reliable, remote measurements of process pressure and protects the transmitter from hot, corrosive, or viscous fluids.

### Orifice Plate Primary Element Systems: Rosemount 1495 and 1595 Orifice Plates, 1496 Flange Unions and 1497 Meter Sections

A comprehensive offering of orifice plates, flange unions and meter sections that are easy to specify and order. The 1595 Conditioning Orifice provides superior performance in tight fit applications.

### *Annubar*® Flowmeter Series: Rosemount 3051SFA *ProBar*®, 3095MFA Mass *ProBar*®, and 485

The state-of-the-art, fifth generation Rosemount 485 *Annubar* combined with the 3051S or 3095 *MultiVariable* transmitter creates an accurate, repeatable and dependable insertion-type flowmeter.

### Compact Orifice Flowmeter Series: Rosemount 3051SFC, 3095MFC, and 405

Compact Orifice Flowmeters can be installed between existing flanges, up to a Class 600 (PN100) rating. In tight fit applications, a conditioning orifice plate version is available, requiring only two diameters of straight run upstream and two downstream.

### *ProPlate*® Flowmeter Series: Rosemount 3051SFP *ProPlate*, 3095MFP Mass *ProPlate*, and 1195

These integral orifice flowmeters eliminate the inaccuracies that become more pronounced in small orifice line installations. The completely assembled, ready to install flowmeters reduce cost and simplify installation.

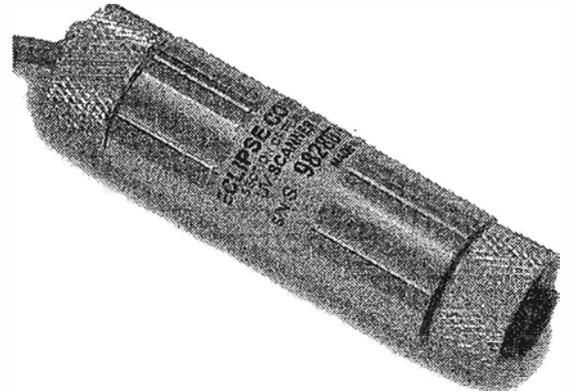


# Solid State UV/IR Scanner

Model 5600-92SC

## About This Scanner

The model 5600-92SC (#21349) scanner features a highly reliable solid-state detector for monitoring gas or oil flames when used with Eclipse flame controls. The detector is sensitive to a broad range of flame radiation from ultraviolet to infrared making it ideally suited for use on combination gas-oil burners. The scanner responds to the flickering radiation of the flame and discriminates against constant background light. This device will not produce a flame signal if any internal components fail, therefore it can be used on burner systems that continuously operate longer than twenty-four hours. It is protected against reverse connection and comes with a shielded cable lead. The scanner is UL listed, CSA certified and FM approved. This scanner operates with Veri-Flame controllers with model numbers VF560xx7xx.



## 1.0 Specifications

- Supply Voltage** ..... 12Vdc nominal
- Supply Current** ..... 15mA typical, 20mA maximum
- Supply Wiring** ..... 6 ft. (183 cm) 2 conductor #18 AWG shielded cable. Shield is connected to housing.
- Temperature Range** ... 0°F to 176°F (-20°C to +80°C)
- Materials** ..... Housing: Aluminum. Lens Support: Nylon.
- Shipping Weight** ..... 7 oz (175 grams)
- Options** ..... Magnifying lens assembly (Part # 49600-98), Insulated coupling (Part # 49099)  
Heat Block Seal 23HBS (Part # 400011)

## 2.0 Sensor Installation

**Warning**  Incorrect sensor installation may cause the sensor to generate a false flame signal. This can cause unburned fuel to collect in the combustion chamber, resulting in explosions, injuries, and property damage. Be certain that the flame sensor detects only the pilot and/or main flame of the intended burner by testing the control system under varying operating conditions and firing rates. Follow the test procedures given in this manual and the equipment provider's instructions after installation and at regularly scheduled maintenance intervals.

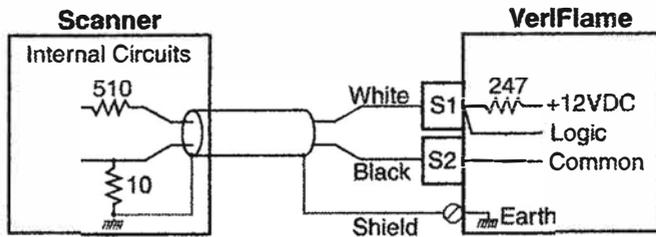
### Sensor Wiring

Route sensor wiring a sufficient distance from ignition and other high voltage wiring to avoid electrical interference. Some areas may have high levels of electromagnetic fields or ground currents that require the use of special cables, isolation and grounding methods. Figure 1 illustrates the sensor wired to an Eclipse Veri-Flame. The white wire supplies power and carries the flame signal (S1), the black wire connects to circuit common (S2), and the shield is connected to the housing. Internal scanner circuits create low impedance (10 ohm) from the shield to the black wire circuit common.

The scanner's wiring end has a 1/2" female thread for connecting flexible seal-tight metal conduit. If sensor wiring is to extend beyond the supplied 183 cm (6 ft.) length, use conductors sized from #14 to #18 AWG and rated for 75°C (167°F) and 300 volt insulation or better.

Wiring runs less than 20 ft. (6 m) and have at least one foot of separation from ignition and other high voltage conductors may use unshielded wiring if each scanner has its own dedicated conduit. For wiring runs from 20 ft. (6 m) up to 85 ft. (25 m) use two-conductor shielded cable (Belden #8760). Multiple shielded cables can be run in a common conduit. Use isolated shielded pairs to avoid the possibility of interference (cross-talk) between wiring of multiple scanners. For longer wiring runs, use a pair of RG62A/U coax cables (Eclipse #21741) per scanner. Success of longer wiring runs is dependent upon site conditions, therefore the equipment layout should be redesigned to allow the control to be mounted closer to the burner. In some installations the shield may need to be disconnected from earth ground (floated).

**Figure 1**



### Sensor Installation

In most cases, the location for this scanner will be pre-determined by the burner manufacturer. However proper application of this scanner requires knowledge of the burner, the combustion chamber, and the process. This scanner may not detect burners that have a very stable and constant intensity flame. Opposing burners, flame swirl patterns, outdoor installations, and substance in the line-of-sight may require special mounting techniques.

- Consult the burner manufacturer's instructions for mounting location. The scanner should view the intersection of the pilot and main flames.
- Position the scanner within 18 inches (457 mm) of the flame. Longer distances could limit the field of view and may reduce the turndown or firing range of the burner.
- Mount the scanner to a 1/2" N.P.T. pipe nipple to the burner. Insure that the scanner body does not exceed +80°C (176°F) from conducted, radiated, or ambient temperature. To protect from high temperatures, use the 1/2" F.N.P.T. insulated coupling (#49099) with a heat block seal (#400011) and source of clean purging air (5 CFM typical), or a purge assembly constructed with a 1/2" WYE fitting.
- Keep the scanner lens and line-of-sight free of contamination. Be aware that scanners looking up are susceptible to dirt and dust settling. Soot, steam, and unburned hydrocarbons may reduce or even mask the radiation from the flame. A purging assembly as described above may alleviate these problems.
- Some burners have an open construction allowing the scanner to view into a furnace. Avoid sighting background sources of light that vary in intensity due to hot swirling gases, vibration, or moving product. Mask the background by use of an orifice, the magnifying lens assembly (#49600-98), or a combination of both to reduce the field of view.

## 3.0 Test Procedures

Perform the following tests for every new installation and at periodic maintenance intervals. Depending on the burner equipment (such as pilot versus direct spark), some of the tests may not be possible.

### Measuring Flame Signal Strength

Insert the positive probe of a 0-15 VDC (100k ohm minimum input impedance) into the test point on the Veri-Flame control cover. Connect the negative probe to ground or S2 of the Veri-Flame. Readings greater than 2 VDC are adequate.

### Minimum Pilot Test

Run this test on pilot ignited burners to ensure that the sensor will not detect a pilot flame too small to reliably light the main flame.

- 1) Manually shut off the fuel supply to the burner, but not to the pilot.
- 2) Push the Test/Reset button on the Veri-Flame cover to the "Test" position ("button in").
- 3) Start the system normally. The control will hold the operating sequence at the pilot flame step.

# UDC 3300 Universal Digital Controller: Power and Flexibility Combined with Ease of Use



## New Power and Flexibility

The UDC 3300 Universal Digital Controller packs new powerful features in the popular 1/4 DIN size while retaining all the simplicity, flexibility, accuracy and industry-leading MMI of the UDC 3300. For the many thousands of satisfied UDC 3000 users, the UDC 3300 is totally downward compatible to existing UDC 3000 applications and installations. It even uses the same case.

Unmatched new application power includes: two universal analog inputs, two loops of control, two Math equations, two characterizers and a totalizer. When these are combined with the new Accutune II™ tuning with fuzzy logic overshoot suppression, the result is price/performance leadership.

Application flexibility is assured by the universal analog inputs, universal AC power supply, two digital inputs, RS422/485 ASCII or Modbus RTU communication protocols, simple configuration plus total field upgrade capability for any optional feature.

A new and innovative Maintenance & Diagnostic tool available with Expanded UDC 3300 controllers is

Healthwatch, a low-cost software program that puts maintenance and diagnostic data at your fingertips so you can monitor vital performance activities to improve your process, predict equipment failure, and minimize downtime.

## Features/Options

- **Universal Inputs** – Up to two isolated universal inputs, accepts thermocouple, RTD, mA, mV and volt input types. All input types are configurable without switches and there is no need to calibrate. The two inputs can be optionally combined to provide direct calculation of Carbon Potential, % Oxygen, or Percent Relative Humidity. As an optional feature, the second universal input can be converted into two separate 1-5 volt/4-20 mA high level inputs to provide a total of three analog inputs.
- **Math Functions (Optional)**
  - Feedforward Summer (Standard) Summer/Subtractor
  - Weighted Average
  - Multiplier/Divider
  - Feedforward Multiplier
  - Hi/Lo Select
  - Two Characterizers
  - Totalization



UDC 3300 Controller has sealed faceplate suitable for hosedown

- **Two Loops of Control (Optional)**  
Two independent loops or internally cascaded loops in one device.
- **Accutune II** – This feature provides a plug-and-play tuning algorithm that will accurately identify and tune any process, including deadtime and integrating processes. Accutune II speeds up and simplifies start-up, and allows retuning at any setpoint.
- **Fuzzy Logic** – This new feature suppresses process variable overshoot resulting from setpoint changes or externally induced process disturbances. It operates independently from Accutune II tuning, and it does not change the PID constants, but temporarily modifies the internal controller response to suppress overshoot. This allows more aggressive tuning to co-exist with a smooth process variable response. Fuzzy logic can be enabled or disabled depending on the application or the control criteria.
- **Universal Outputs** – UDC 3300 provides “out-of-the-box” operations, with no need to open the case. There are no jumpers to connect, no switches to set, and no required hardware configuration.
- **Heat/Cool Capability** – Provides split-range control with independent PID tuning constants for heating and cooling, plus mixed output forms.
- **Two Digital Inputs (Optional)**
  - User configurable with 24 selections.
- **One or Two Current Outputs**
  - 4-20 mA
  - Isolated
- **Serial Communications (Optional)**
  - RS422/485 – ASCII
  - Modbus RTU
  - DMCS
- **Transmitter Power** – Provides up to 30 volts DC to power a 2-wire transmitter.
- **Alarms** – 1 or 2 fully configurable alarms to alert you of critical process conditions.

- **Setpoint Ramp** – A configurable ramp rate or a single programmable setpoint ramp-up to 4¼ hours adds to start-up flexibility.
  - **Setpoint Programming (Optional)** – Allows you to store six ramp and six soak segments for setpoint programming. “Run” or “Hold” of program is keyboard or remote switch selectable.
  - **Timer** – Activates Alarm One following a configurable time period that can be started via Alarm Two, the keyboard, or a digital input.
  - **Limit Control** – A limit control model has a latching relay which is activated when the process variable goes above (High Limit) or below (Low Limit) the setpoint. An alarm message is displayed when the output is activated. Reset of the latching relay is through the keyboard or an optional digital input. A factory mutual (FM) approved model is available.
  - **Three Local Setpoints** – Simple push-button selection allows quick switchover from the primary setpoint to one or two alternative setpoints.
  - **Moisture Protection** – IP65/NEMA 3 rated front face permits use in applications where it may be subjected to moisture, dust, or hose-down conditions.
  - **Easy Configuration** – Multi-language prompts lead you through configuration in a logical sequence. A four-digit security code prevents unauthorized changes. You can also configure or operate UDC 3300 from a personal computer with Honeywell LPCS software.
  - **UL Recognition** – All models are optionally available with UL Recognition for process control.
  - **FM Approval** – Controller and Limit models are available with an FM approved option.
  - **CSA Certification** – CSA Certification for Process Control is available as an option on Controller and Limit models.
  - **CE Compliance** – All models are shipped with CE Compliance as a standard feature.
  - **Quality Assurance** – The quality is assured by a rock solid two-year warranty program which features replacement parts or units in the event of malfunction. Comprehensive customer support includes toll-free technical assistance.
- Honeywell provides a complete line of temperature sensors including thermocouples, RTDs, and non-contact sensors that are compatible with the UDC 3300 and other industrial control products.

New **HealthWatch** software option monitors your process via three timers and three counters to provide you with diagnostic data that can help:

- Reduce equipment downtime & increased throughput
- Identify and minimize quality deviations
- Prolong equipment life by monitoring vital functions
- Reduce spare parts inventory
- Reduce operator & maintenance troubleshooting time
- Alarm upon out-of-tolerance diagnostics

## Condensed Specifications

<b>Accuracy</b>	±0.20% of span typical (±1 digit for display). Can be field calibrated to ±0.05%.
<b>Inputs</b>	One standard universal/analog input plus one optional isolated universal analog input, or two optional high level analog inputs. (Voltages or Current) Thermocouples (Type B,E,J,K,N,R, NiNiMoly, S,T, W5W26); 100 ohm Platinum RTD; Radiamatic RI/RH; Voltages or Current (0-10mV, 10-50mA, 1-5V, 0-10V, 4-20 mA).
<b>Control Outputs</b>	Current or time proportional simplex or duplex, position proportional or three position step control are available.
<b>Control Algorithms</b>	Configurable for PID-A, PID-B, and PD with Manual Reset, or On-Off control.
<b>Tuning Parameters</b>	Gain or PB (%): 0.1 to 999.9; Rate: 0.08 to 10 minutes; Reset: 0.02 to 50.00 minutes/repeat or repeats/minute.
<b>Power Requirements</b>	90 to 264 VAC, 50 or 60Hz; 24 VAC/DC
<b>Physical Description</b>	UDC 3300 has a metal case with a IP65/ NEMA 3 rated bezel. It requires a ¼ DIN panel cutout of 3.62 inches by 3.62 inches and has a behind panel case depth of 5.8 inches. All power, input, and output wiring is connected to the rear screw terminal panel.

**Honeywell**

### Sensing and Control

www.honeywell.com/sensing  
Honeywell Inc.  
11 West Spring Street  
Freeport, IL 61032  
1-800-288-7491

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Ministerio de Energía y Minas, “Reglamento para la comercialización de combustibles líquidos y otros productos derivado de los hidrocarburos”, Fondo Editorial del Congreso, Perú, 2001.
2. U.S. Army, “Engineering and Design: Landfill off-gas collection and treatment systems”, U.S. Army Corps of Engineers-Estados Unidos de América, 2008.
3. José Acedo Sánchez, “Control Avanzado de Procesos”, Ediciones Díaz de Santos-España, 2003.
4. Jacob Fraden, “Modern Sensors”, Business Media Inc.-Estados Unidos de América, 2004.
5. Andrew Parr, “Industrial Control Handbook”, Industrial Press Inc.-Estados Unidos de América, 2000.
6. Antonio Creus Solé, “Instrumentación Industrial”, Marcombo-España, 2005.
7. Honeywell, “Universal Digital Controllers”, Honeywell Inc., Estados Unidos de América, 2006.
8. John Ridley, “Programmable Logic Controllers”, Newnes-UK, 2004.
9. Harold L. Wade, “Basic and Advanced Regulatory Control: System Design and application”, ISA-The Instrumentation, Systems, and Automation Society- Estados Unidos de América, 2004.