

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS**



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL  
PARA EL HORNO CALENTADOR DE CRUDO H1 BASADO EN  
LA INTEGRACIÓN DE UN PANELVIEW Y UN PLC 5/30.  
ESTACIÓN ORED-5 DISTRITO SUR SAN TOMÉ.”**

**REALIZADO POR:**

***Jerald Humberto Escalona Rudas***

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al**

**Título de:**

**Ingeniero de Sistemas**

**Barcelona, Noviembre del 2008**

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS**



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL  
PARA EL HORNO CALENTADOR DE CRUDO H1 BASADO EN  
LA INTEGRACIÓN DE UN PANELVIEW Y UN PLC 5/30.  
ESTACIÓN ORED-5 DISTRITO SUR SAN TOMÉ.”**

**JURADO CALIFICADOR:**

---

**Prof. Luís Felipe Rojas**

**Asesor Académico**

---

**Prof. Julima Anato**

**Jurado Principal**

---

**Prof. Zulirais García**

**Jurado Principal**

**Barcelona, Noviembre del 2008**

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS**



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL  
PARA EL HORNO CALENTADOR DE CRUDO H1 BASADO EN  
LA INTEGRACIÓN DE UN PANELVIEW Y UN PLC 5/30.  
ESTACIÓN ORED-5 DISTRITO SUR SAN TOMÉ.”**

---

**Prof. Luís Felipe Rojas**  
Asesor Académico

---

**Ing. Romel Rodríguez**  
Asesor Industrial

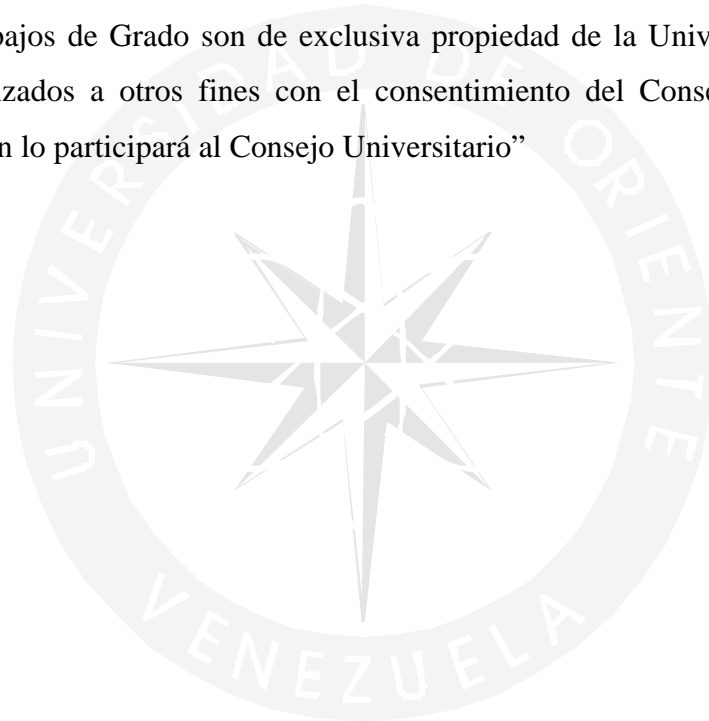
**Barcelona, Noviembre del 2008**

## **RESOLUCIÓN**

Artículo N° 44.

Del Reglamento de Trabajo de Grado.

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad y sólo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quién lo participará al Consejo Universitario”



## **RESUMEN**

El presente trabajo de grado, fue realizado con el objetivo de diseñar un sistema que permita monitorear el estado operativo del horno H1 de la estación Ored-5 de PDVSA San Tomé a través del desarrollo de un sistema de supervisión y control basado en la integración de un Controlador Lógico Programable (PLC 5/30) y una Interfase Hombre Máquina (PanelView), con la finalidad de brindar mayor información operacional del proceso. En este proyecto se desarrollaron los diferentes Diagramas de Secuencia Funcional que facilitaron la programación del PLC 5/30 y se implementó la técnica UML para elaborar los diversos Casos de Uso que suministraron la información más relevante para el diseño de las pantallas que integran el sistema de supervisión, originando como resultado una herramienta eficiente para los operadores del horno al momento de dar arranque o parada y para los mantenedores a la hora de poder determinar las fallas en la secuencia de operación de los instrumentos controlados por el PLC y de esta manera evitar las pérdidas temporales en la ubicación de la falla y pérdidas económicas que implica la indisponibilidad de los equipos.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo es la recompensa de todo mi empeño, dedicación y esfuerzo; va dedicado a quienes me brindaron todo su apoyo:

A Dios sobre todas las cosas, por concederme la dicha de vivir esta experiencia y ser mi compañía de todos los días.

A mis padres Carmen Elena y Aníbal con todo mi amor y admiración, a quienes les debo, agradezco y dedico cada uno de mis logros por su grandioso apoyo y amor que siempre me brindan. Los Amo con toda mi alma y corazón.

A mis Hermanos Yossi, Yenny, y Johan siempre contarán conmigo, espero que recuperemos todo este tiempo que no pude compartir con ustedes y les pueda demostrar el gran cariño que les tengo. A todos los Amo.

A Cindy Hernández, quien siempre estuvo a mi lado, ayudándome y apoyándome, pendiente de lo que me sucedía, dándome fuerzas cuando decaía, confortándome con sus cariños en los tiempos difíciles o disfrutando conmigo los triunfos. Te Amo.

A mi abuela Alejandra que dios la tenga en su gloria. Nunca te olvidare.

A todos mis familiares Abuelas, tíos (as), primos (as) que se encuentran lejos de mí, pero que siempre me brindaron su cariño y apoyo para surgir en la vida y poder cumplir con mis metas.

Todo esto no hubiera sido posible sin la ayuda y la comprensión de todos ustedes.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Sra. Crucita, quien me aceptó en su entorno y me brindó ese calor familiar durante todo ese tiempo que compartí con ella.

A mis amigos y compañeros Martín, Gustavo, Jaime, Mikaela, Leonardo y Pedro, siempre me acompañaron por esta travesía universitaria y estuvieron siempre dispuestos a tenderme una mano cuando los necesite. Que nuestra amistad perdure en el tiempo.

A mi Tutor Académico, el Ing. Luís Felipe Rojas que desde el principio me brindó apoyo a través de sus enseñanzas, conocimientos y experiencias permitiendo poder adquirir nociones que ayudaron al logro de esta meta.

A mi Tutor Industrial, el Ing. Romel Rodríguez por brindarme su conocimiento.

A la empresa Ava Ingeniería, por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo en sus instalaciones.

A las Profesoras Julima Anato y Zulirais García por su colaboración prestada.

Más en general, y sin citar ya a nadie en concreto, cabe mencionar a todos aquellos que me animaron a embarcarme en esta aventura, y a los que me apoyaron una vez estando en ella. A todos los que me preguntaron cómo iba la cosa, a los que se interesaron por cuándo terminaba, y a todos los que han comprendido mi tardanza. Todos ellos han hecho posible que me sienta razonablemente orgulloso de este trabajo.



# ÍNDICE

RESOLUCIÓN .....	IV
RESUMEN.....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VIII
ÍNDICE .....	IX
CAPITULO I.....	12
INTRODUCCIÓN .....	12
CAPITULO II .....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
2.1 Objetivos .....	18
2.1.1 Objetivo General: .....	18
2.1.2 Objetivos Específicos:.....	18
CAPITULO III.....	20
MARCO TEORICO.....	20
3.1 Antecedentes .....	20
3.2 Controladores Lógicos Programables (Plc) [9].....	22
3.3 Plc-5/30 [6] .....	22
3.3.1 Direccionamiento De Entradas Y Salidas En El PLC-5 .....	24
3.3.2 Ciclo Funcionamiento .....	25
3.3.3 Distribución Memoria [7] .....	25
3.3.4 Archivos De Datos .....	26
3.3.5 Archivos De Programa.....	28
3.4 Lenguajes De Programación [13].....	29
3.4.1 Lenguaje De Escalera.....	29
3.4.2 Diagrama De Bloques Funcionales.....	35

3.4.3 Texto Estructurado .....	35
3.4.4 Programación Booleano .....	36
3.5 Gráficos Secuenciales (Grafcet) .....	37
3.5.1 Reglas Para Construcción Del GRAFCET. ....	42
3.6 Panelview [8] .....	44
3.7 Transmisión De Datos [10] .....	46
3.8 Protocolo De Comunicación Industrial[11] .....	47
3.9 Medición De Temperatura [9].....	48
3.10 Termopares o Termocuplas [9] .....	48
3.11 Interruptores ( <i>Switch</i> ) [9] .....	48
3.12 Válvula De Seguridad [9].....	49
3.13 Programadores [12].....	49
3.14 Válvula Solenoide [9] .....	50
3.15 Válvulas De Control [9].....	50
3.16 Transmisores [9] .....	50
3.17 Lazos De Control [9].....	51
3.18 Lenguaje Unificado De Modelado (Uml) .....	51
CAPITULO IV .....	55
RESULTADOS.....	55
4.1 Descripción Del Sistema Actual Para El Encendido Del Horno.....	56
4.1.1 La Empresa .....	56
4.1.2 Ubicación Geografica De La Estación De Descarga Ored-5 .....	58
4.1.3 Descripción Del Proceso De La Estación Ored-5 .....	59
4.1.4 Filosofía De Operación Actual Del Horno H1.....	62
4.1.5 Procedimientos Actuales Para Encender El Horno H1 .....	65
4.2 Nueva Filosofía De Operación Para El Control De Encendido Del Horno H1. ...	66
4.2.1 Requerimientos Generales Del Nuevo Sistema. ....	66
4.2.2 Descripción De Nueva Filosofía De Operación Para Encender El Horno H1 ...	72
4.2.3 Nuevos Procedimiento Para El Encendido Del Horno H1.....	81

4.3 Elaborar La Programación Del Plc 5/30 Para El Control Del Horno H1.....	85
4.3.1 Característica Del PLC 5/30 Para El Proyecto.....	85
4.3.2 Desarrollo De Gráficos Funcionales De Secuencia Para Controlar El Encendido Del Horno H1.....	89
4.3.3 Programación Y Configuración Mediante <i>Rslogix5</i> .....	97
4.4 Diseño De Interfaz Hombre- Máquina Que Le Permitirá Al Operador Localizar Las Fallas En Forma Rápida Y Precisa.....	106
4.4.1 Generalidades Del Sistema. ....	106
4.4.2 Terminologías Utilizadas En El Sistema. ....	108
4.4.3 Requerimientos Esenciales Del Sistema. ....	109
4.4.4 Actores Del Sistema.....	110
4.4.5 Contexto Del Sistema.....	111
4.4.6 Casos De Uso Detallado Del Sistema. ....	113
4.4.7 Diagrama De Capas Del Sistema De Supervisión Y Control Del Horno H1. .	119
4.4.8 Desarrollo Del Sistema De Supervisión Y Control Del Horno H1 De La Estación Ored-5 De PDVSA San Tome.....	120
CAPITULO V .....	143
CONCLUSIONES .....	143
RECOMENDACIONES .....	145
BIBLIOGRAFÍA.....	146
ANEXOS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo A: Programa De Control En <i>Rslogix5</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo B: P&ID De Proceso Horno H1. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo C: Diagrama Estructural Para Accesar Las Pantallas Del Panelview. ...	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:.....	149

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

Actualizar la plataforma tecnológica e incorporar soluciones a través de sistemas de información integrada, proporcionan algunas herramientas para incrementar la productividad de cualquier empresa y mejorar sus estrategias de control y supervisión.

Desde principios de siglo, la gestión de mantenimiento, se esfuerza por disminuir al máximo los tiempos fuera de servicio de los equipos por causa de falla, llevando a cabo acciones que le permitan la detección y ubicación rápida de la misma empleando los avances de las tecnologías. Desde el punto de vista de costos, se disminuyen a niveles adecuados, tratando de aumentar la productividad al disminuir las largas paradas de los equipos.

En atención a este proceso, la sección de Mantenimiento de la Estación de Descarga Ored-5, optimiza los tiempos fuera de servicio de los equipos de la planta que se encuentran controlados por PLC's. Con los avances que ha experimentado la tecnología en los últimos años, se ha creado un sistema de información que proporciona información completa del estado del equipo y de su instrumentación asociada, lo que aunado al repunte de las telecomunicaciones que permiten transporta los datos con mayor eficiencia y establecer el vinculo entre los equipos que recolectan la información (PLC's) y los sistemas de supervisión, ayudan a conseguir la productividad y la continuidad operativa que se requiere.

Esta planta contará con una interfaz hombre máquina como lo es el *PanelView* 1000 de *Allen-Brackley*, capaz de realizar las labores de control, monitorear señales de importancia y dar mensaje visual en caso de que ocurra alguna irregularidad, debido a esto, fue propicio llevar hasta esta HMI el grupo de señales proveniente del equipo controlador (PLC's) y así darle al usuario de la consola de supervisión y control una información mas detallada de los mismos y ahorrarles tiempo en la búsqueda de la causa de anomalía.

El presente trabajo de grado, consistió en llevar a cabo el Diseño de un Sistema de Supervisión y Control para el horno calentador de crudo H1 basado en la Integración de un *PanelView* y un PLC 5/30. Estación Ored-5 Distrito Sur San Tomé.

Este trabajo fue organizado siguiendo una estructura coherente en el contenido del mismo. Contiene: el capítulo II donde se describe la problemática presentada en la Estación de Descarga Ored-5 y los objetivos del presente trabajo de grado; en el capítulo III se presenta los antecedentes de trabajos similares y el marco teórico necesario para el desarrollo del proyecto; en el capítulo IV se muestra una información general de la empresa, se describe el funcionamiento actual de horno, se elabora la filosofía propuesta para el funcionamiento del mismo, además son construidos los niveles 1 y 3 del Graceft de la programación en *Rslogix5* según la norma IEC-61131-3 y la elaboración de las pantallas del *PanelView* que mostrarán al operador el estado actual del horno H1, dichas pantallas fueron diseñadas bajo los lineamientos establecidos en la técnica UML; en el capítulo V se describe para finalizar las conclusiones y recomendaciones obtenidas de los capítulos antes mencionados y los anexos.

## CAPITULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Estación de Descarga Ored-5 se encarga de recibir el crudo proveniente de una serie de pozos que se encuentran en el área circundante, con la finalidad de efectuar la limpieza del mismo. Esto se logra a través de las etapas que intervienen en el proceso de limpieza; las cuales serán descritas a continuación:

***Etapas de Separación:*** consiste en ingresar el crudo a través del separador trifásico que se encuentra en la planta, con el fin de separar el agua y los gases contenidos en él.

***Etapas de Calentamiento:*** el crudo proveniente de la etapa anterior es enviado al horno, donde será calentado a una temperatura de 150 °F, condición ideal para deshacer las partículas o impurezas que se encuentran en el crudo.

***Etapas de Lavado:*** el crudo caliente es enviado a esta etapa donde se le agregaran una serie de aditivos químicos con el fin de eliminar las impurezas ya disueltas por la etapa anterior y así obtener un crudo totalmente limpio.

***Etapas de Almacenamiento:*** penúltima etapa del proceso de limpieza, la cual consiste en recibir el crudo totalmente limpio proveniente de la etapa del lavado.

***Etapas de Bombeo:*** consiste en despachar el crudo que se encuentra en el tanque de almacenamiento hacia el Patio de Tanque de Oficinas (P.T.O.) ubicado en las instalaciones de PDVSA San Tomé, a través de varios kilómetros de oleoducto.

Cada una de las etapas mencionadas en los párrafos anteriores son importantes para la limpieza del crudo pero en este proyecto solamente se abordó el proceso de calentamiento; el cual se lleva a cabo con un funcionamiento deficiente y sin el control adecuado de las variables involucradas en el proceso.

Para llevar a cabo este control la planta contaba con un panel contentivo de una lógica de relés, el cual se encargaba de controlar el estado de las variables de proceso como temperatura, presión, flujo, entre otras. Adicionalmente este control le permitía mantener la producción sobre los lineamientos básicos de calidad de la planta.

La problemática contemplada por el proyecto “Diseño de un Sistema de Supervisión y Control para el horno calentador de crudo H1 basado en la Integración de un *PanelView* y un PLC 5/30. Estación Ored-5 Distrito Sur San Tomé” puede dividirse básicamente en dos aspectos que se describen a continuación:

**Sistema de Detección de Fallas:** Para la detección de fallas en la secuencia de operación del equipo y la instrumentación asociada al mismo, el departamento de mantenimiento no poseía una herramienta que permitiese la ubicación rápida de las mismas, solo podían ubicarlas a través de la conexión directa con los instrumentos (interruptores, transmisores, válvulas entre otros) que forman parte del sistema de control y realizaban el chequeo en cada uno de ellos para detectar cual ocasionó la parada de proceso, esto provocaba que este tipo de verificación era dificultosa ya que el personal debía estar especializado en el manejo del equipo, para poder detectar la falla.

La ocurrencia de fallas en estos equipos, se traducían en horas fuera de servicio y en un aumento de las horas hombre de mantenimiento, produciendo en algunos casos la parada del proceso, lo que conllevaba a la disminución de la producción y a pérdidas monetarias. Debido a la importancia de los equipos, era requerimiento del departamento de mantenimiento disminuir el tiempo de localización de la falla, por lo cual era necesario instalar un sistema de supervisión donde se visualizaran cada uno de los instrumentos que intervienen en el proceso, para que el personal pudiese ubicar las fallas y así agilizar las labores de mantenimiento en estos instrumentos.

Sistema Basado en Lógica de Relés: Anteriormente el sistema de control del horno de la estación ORED-5 estaba siendo controlado por un sistema basado en lógica de relé. No existía una interfaz hombre-máquina que les permitiera a los operadores de la estación, saber el estado de funcionamiento del horno por lo que la condición de trabajo era muy insegura. De hecho, el sistema como funcionaba anteriormente se encontraba completamente fuera de normas tanto de seguridad como técnicas.

El propósito fundamental de este proyecto consistió en diseñar un sistema de supervisión y control para el horno calentador de crudo h1 basado en la integración de un *PanelView* y un PLC 5/30 que se encontraban disponible en las instalaciones de la empresa AVA Ingeniería C.A. Este sistema le permitió al operador visualizar el estado de cada una de las variables que intervienen en el proceso y poder conocer exactamente porque se detiene el horno en un determinado momento.

El proyecto que se presenta se llevó a cabo mediante la búsqueda de información de la planta, a través de entrevistas no estructuradas con el personal que labora en la misma, permitiendo presentar la disposición de los equipos e instrumentos utilizados en el proceso, para luego elaborar la programación del *PanelView* y el PLC con el uso de los software *Panelbuilder32* y *Rslogix5*



respectivamente, cuyo fabricante es la empresa *Allen Bradley*. Luego de haber realizado la programación para ambos equipos se llevó a cabo la configuración de la comunicación para que estos pudiesen interactuar entre sí. La ejecución de todo este trabajo implica la elaboración de un manual de operación acerca de los despliegues que aparecen en la pantalla del *PanelView* y de una nueva Filosofía de Operación para arranque del horno.

La importancia de esta investigación radicó en el desarrollo de la interfaz hombre-máquina o sistemas de supervisión que le permitió a los operadores la ubicación o detección de falla que ocasionan la parada del proceso de una manera rápida y sencilla, lo cual conlleva a:

Ahorro significativo del tiempo fuera de servicio del horno que se traduce en una disminución de pérdidas tanto de producción y por ende monetarias para la empresa.

Diagnóstico inmediato de las fallas, que se proporcionó a través de cualquier pantalla del sistema y la pantalla de las alarmas del proceso que contiene todos los posibles fallos que puedan ocurrir.

Disminución de horas hombres de mantenimiento, debido a que el sistema brindó un diagnóstico inmediato.

Soporte al personal de electricidad e instrumentación, ya que el sistema también permitió obtener información de toda la instrumentación asociada al horno que podría causar su parada.

Este proyecto fue dirigido a elaborar la programación de los equipos que forman el sistema de supervisión y a la configuración de la comunicación entre ellos

para lograr la interacción entre sí, con el fin de mostrarle al operador el estado de la instrumentación asociada a dicho proceso.

La investigación contempló la creación de una aplicación en un software que permitió la interfaz hombre- máquina, que se necesitaba para proporcionar la supervisión de las secuencias de operación del horno, para la detección de fallas en la misma y así verificar el comportamiento de la instrumentación de campo asociada al proceso.

Este proyecto finalizó con la redacción total y completa de todos los documentos que le proporcionan al operador los conocimientos necesarios para la puesta en marcha del sistema que se diseñó.

## **2.1 Objetivos**

### **2.1.1 Objetivo General:**

Diseñar un sistema de supervisión y control para las variables del horno H1 que calienta el crudo en la estación Ored-5 Distrito Sur San Tomé basado en la integración de un *PanelView* y un PLC 5/30.

### **2.1.2 Objetivos Específicos:**

- Describir el funcionamiento del sistema actual utilizado para el encendido del horno.
- Elaborar la filosofía de operación del sistema para el control del encendido del horno.

- Elaborar la programación del PLC 5/30 para el control del horno.
- Diseñar la interfaz hombre- máquina que le permitirá al operador la localización de las fallas de forma rápida y precisa.

## CAPITULO III

### MARCO TEORICO

Se revisó una serie de bibliografías llegando a la conclusión de que no se han realizados estudios iguales al desarrollado en este trabajo, sin embargo se encontró un cierto numero de trabajos que pueden contribuir de alguna u otra forma con la realización del presente proyecto.

#### **3.1 Antecedentes**

“Estudio Sistémico del proceso de Generación automática de Reportes Operacionales y Desarrollo de Soluciones bajo la Arquitectura cliente servidor, para los Sistemas de Supervisión y Control (SCADA) Fix 32 de UEY’S de PDVSA del Distrito San Tomé” este trabajo fue presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero de Sistemas de la Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui, mediante la aplicación de la Metodología Sistémica de Peter Checlank la cual sirvió de guía para realizar el presente estudio.[1]

**“Automatización de los Procesos de Producción de las Estaciones Guarío I y Santa Rosa IV a través de un Sistema SCADA”** este trabajo fue presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero de Sistemas de la Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui, mediante la aplicación de Técnicas de Automatización las cuales sirvieron de guía para realizar el presente estudio.[2]

“Diseño de un Sistema de Instrumentación y Control Automatizado para los Motocompresores de las Plantas de Gas del Distrito San Tomé” este trabajo fue presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electrónico del Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño”, realizando la actualización de los sistemas de control y lograr así la Automatización del sistema en estudio lo cual sirvió para realizar el presente estudio.[3]

“Integración del Sistema de Supervisión y Control de los Procesos de Producción de Gas a la Base de Datos Operacional de Oriente” este trabajo fue presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero de Sistemas de la Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui, a través de la Integración de los datos provenientes del Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) a la Base de Datos Operacional (BDO) en línea, para supervisar el proceso de producción de gas de las áreas operativas de PDVSA Gas Anaco, para hacer posible dicha integración se estableció la comunicación entre la Base de Datos en línea y el Sistema SCADA lo cual sirvió para realizar el presente estudio.[4]

“Desarrollo de un Sistema de Control por Computadora basado en SCADA para Estaciones de Producción de Gas y Crudo pertenecientes al Área de Gas Condensado en PDVSA Distrito Anaco” este trabajo fue presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui, mediante el desarrollo de un sistema de control por computadora basado en la arquitectura SCADA para la supervisión y Control de las estaciones de producción pertenecientes al área de gas condensado del Distrito Anaco.[5]

### 3.2 Controladores Lógicos Programables (Plc) [9]

Sistema microcomputador cuyo hardware y software han sido diseñados con la robustez necesaria para controlar procesos en tiempo real.

Los primeros modelos de PLC fueron diseñados para manejar señales digitales y realizar actividades de mando, posteriormente la creación de interfaces permitió el manejo de señales analógicas y con ello la regulación o control de las variables de proceso, siendo esta una de las ventajas de este equipo ya que con el se pueden realizar actividades de mando o accionamiento y regulación al mismo tiempo.[13]

**Señal digital.** Es la manifestación física de una magnitud de la que solo interesan dos niveles de la señal, ON o uno (1) lógico si la señal esta presente y OFF o cero (0) lógico si no esta presente.[11]

**Señal analógica.** Manifestación física de una magnitud de la cual un señor puede captar o monitorear y reportar un gran numero de valores (inicial, intermedio y final) de la magnitud en forma continua ejemplo 4 a 20 miliamperios, 1 a 5 voltios.[11]

### 3.3 Plc-5/30 [6]

Los modelos PLC-5 son modulares y por lo tanto se corresponderán con lo que se explica a continuación.



**Figura N° 3.1:** Vista Frontal del Controlador Lógico Programable PLC 5/30.

**Fuente:** Escalona R., J (2007)

El procesador es la parte inteligente del autómeta. Tiene en su interior microprocesadores y memoria. En los modulares, debe ocupar el slot de la izquierda del chasis.

En la memoria se guarda el programa actual del autómeta y también los datos necesarios para el funcionamiento de los contadores, temporizadores, entre otros, y el estado de los contadores, relés internos, temporizadores u otros.

En el frontal tiene una serie de pilotos que indican el estado en que se encuentra. También hay unos conectores que permiten comunicarse con los equipos de programación, con los posibles chasis remotos y con otros autómetas conectados en red con él. También existe un alojamiento para la batería, que es la que se encarga de mantener la memoria, cuando el procesador se encuentra sin alimentación.

Un conmutador situado en el frontal del PLC-5 nos permite elegir entre el modo PROG y el modo RUN.

En el modo PROG, es cuando nos será permitido programar el autómeta.

En el modo RUN, es cuando el autómeta está procesando, el programa.

También existe una posición intermedia REM, que permite al equipo de programación cambiar entre un modo u otro.

La fuente de alimentación se encarga de convertir la tensión alterna de entrada a las tensiones de trabajo de los elementos del chasis.

En el resto de sitios disponibles en el chasis (slots), se pueden poner tantos módulos como se quiera. Los módulos pueden ser entre otros:

- Entradas Digitales o Analógicas.
- Salidas Digitales o Analógicas.
- E/S Combinadas.
- Comunicaciones.
- Módulos de Control de Ejes.
- Regulación.
- Funciones Especiales.

### **3.3.1 Direccionamiento De Entradas Y Salidas En El PLC-5**

Cada uno de los slots del chasis es un grupo. En cada grupo puede haber un máximo de 16 entradas y 16 salidas. Se llama Rack a un conjunto de 8 grupos.

El primer slot, al lado del microprocesador, es el 0 del rack 0, el siguiente el 1 el siguiente el 2, así sucesivamente. El rack 0 tiene los slots 0 a 7, lo que hace un total de 8.

En cada slot podemos poner una tarjeta de entradas o salidas. Su dirección está formada por tres cifras. La primera es un cero, la segunda es el nombre del rack y la



tercera el número de slot. Los slots 0 y 9 no están disponibles puesto que se encuentra el procesador y la fuente de alimentación respectivamente.

Si en el slot 2 colocamos una tarjeta de 8 entradas sus direcciones corresponderán a I:002. para distinguir una entrada concreta, por ejemplo la 6 escribiremos I:002/6. Si insertamos una tarjeta de salidas en el slot 3 escribiremos O:003. Si en el slot 4 ponemos una tarjeta de 16 entradas, las ocho primeras serán I:004/00 a I:004/07 y las demás serán I:004/10 a I:004/17, esto es debido a que el direccionamiento se realiza en octal.

### **3.3.2 Ciclo Funcionamiento**

Un ciclo de la operación consiste en dos partes:

1. Scan de Salidas y Entradas.
2. Scan de programa.

En el scan de salidas y entradas lo primero que hace el procesador es actualizar las salidas que se han puesto a "1" o a "0" según el programa. Posteriormente el archivo de entradas es actualizado según el estado de las entradas.

En el scan de programa el microprocesador va haciendo un escrutinio de las instrucciones del programa y las va ejecutando, actualizando tablas de datos.

### **3.3.3 Distribución Memoria [7]**

La memoria del PLC se divide en dos partes, la memoria de programa y la de datos. En la parte baja de la memoria se encuentran los archivos de datos y cuando terminan éstos empieza la zona de archivos de programa. A medida que los datos

aumentan de tamaño se va desplazando la parte de instrucciones de programa hacia más arriba de la memoria. En la siguiente tabla podemos ver lo explicado:

**Tabla N° 3.1:** Distribución de Memoria del PLC.

ARCHIVOS DE DATOS
ARCHIVOS DE PROGRAMA
LIBRE

**Fuente:** Allen Bradley. [7]

### 3.3.4 Archivos De Datos

Los archivos de datos son zonas de la memoria que va creando el usuario al hacer su programa. Cada una de estas zonas especifica un determinado número de datos de un tipo. Los tipos pueden ser bits, enteros, temporizadores, entre otros.

Cada fichero de datos puede tener de 0 a 255 elementos, por ejemplo, podemos definir un archivo de temporizadores con 10 elementos o un fichero de enteros de 100 elementos. Con elementos se entiende el tipo de dato que representa el archivo. Es importante hacer notar, que no tienen porque tener la misma longitud elementos de ficheros de tipo distintos.

Para definir un determinado archivo para su utilización en el programa, tan solo hace falta utilizarlo en alguna instrucción, automáticamente se crea dicho archivo con una longitud igual a la mayor utilizada hasta ese momento de ese mismo archivo. Si posteriormente se vuelve a utilizar el mismo fichero pero haciendo referencia a un elemento que no esta dentro de la longitud actual, en ese caso, se alarga la definición del archivo de forma automática.

**Tabla N° 3.2:** Archivos de Datos del PLC.

0	Imagen de Salida
1	Imagen de Entrada
2	Estado
3	Bit
4	Temporizador
5	Contador
6	Control
7	Entero
8	Reservado
9	Comunicación RS-485
10-255	A declarar por el usuario

**Fuente:** Allen Bradley. [6]

En la tabla anterior se puede apreciar los archivos que crea automáticamente el PLC al iniciar la programación de una aplicación. Los ficheros que van del 10 al 255 los puede ir creando el usuario a su antojo a lo largo del programa.

El archivo número 8 esta reservado al uso interno del PLC y el 9 a la realización de comunicaciones por la red DH-485.

A continuación se muestra la **Tabla N° 3.3** donde se explican los distintos tipos de archivos de datos, los cuales se identifican con una letra y un número:

**Tabla N° 3.3:** Tipos de Archivos de Datos del PLC.

Tipo de archivo	Identificador	Número
Salidas	O	Sólo el 0
Entradas	I	Sólo el 1
Estado	S	Sólo el 2
Bit	B	3 a 255
Temporizador	T	4 a 255
Contador	C	5 a 255
Control	R	6 a 255
Enteros	N	7 a255

Fuente: Allen Bradley. [6]

### 3.3.5 Archivos De Programa

Se pueden crear hasta 255 archivos de programa, de los cuales, los dos primeros están reservados:

Archivo número 0 esta destinado al uso interno del PLC, este archivo se crea solo automáticamente al empezar un programa.

El fichero 1 actualmente no se utiliza, pero esta destinado a la programación en SFC en futuras versiones.

El archivo número 2 también se crea automáticamente y es el fichero que contiene el programa principal. El PLC siempre empieza a ejecutar las instrucciones por el principio de este fichero y termina el ciclo al llegar al final de este mismo archivo.

El resto de ficheros de programa son mostrados en la **Tabla N° 3.4** que los ha de crear el usuario, y puede crear del número 3 al 255. Los archivos no tienen que ir seguidos. Es decir, se puede crear el 10, el 20 y 22, sin utilizar los archivos de en medio.

**Tabla N° 3.4:** Tipos de Archivos de Programa del PLC.

0	Función de sistema
1	Reservado
2	Programa Principal
3-255	Programas de subrutinas

**Fuente:** Allen Bradley. [6]

### 3.4 Lenguajes De Programación [13]

El estándar IEC 61131-3 define 5 lenguajes de programación que pueden ser usados para definir los procedimientos de control y automatización.

#### 3.4.1 Lenguaje De Escalera

El lenguaje de programación *LADDER* (escalera) permite representar gráficamente el circuito de control de un proceso dado mediante el uso simbólico de contactos N.A. y N.C., temporizadores, contadores, registros de desplazamiento, relés, etc. Este tipo de lenguaje debe su nombre a su similitud con los diagramas eléctricos de escalera.

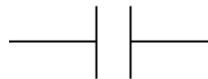
El programa en lenguaje *LADDER*, es realizado y almacenado en la memoria del PLC (sólo en ciertos tipos de PLC's que están preparados para ello) por un

individuo (programador). El PLC lee el programa *LADDER* de forma secuencial (hace un *scan* o barrido), siguiendo el orden en que los renglones (escalones de la escalera) fueron escritos, comenzando por el renglón superior y terminando con el inferior.

En este tipo de programa cada símbolo representa una variable lógica cuyo estado puede ser verdadero o falso. Dispone de dos barras verticales que representan a la alimentación eléctrica del diagrama; la barra vertical izquierda corresponde a un conductor con tensión y la barra vertical derecha corresponde a la tierra o masa.

A continuación se muestra la simbología más comúnmente usada en la elaboración de diagramas de escalera, según la normativa IEC-61131:

***INPUT***: Representa a una entrada normalmente abierta. Este componente puede representar a una entrada física del PLC o a una entrada lógica asociada a un relé interno (auxiliar) del PLC.



**Figura N° 3.2:** Contacto Normalmente Abierto en Lógica Interna del PLC.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

***NC-INPUT***: Representa a una entrada normalmente cerrada. Este componente puede representar a una entrada física del PLC o a una entrada lógica asociada a un relé interno (auxiliar) del PLC.



**Figura N° 3.3:** Contacto Normalmente Cerrado en Lógica Interna del PLC.  
**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

Es importante destacar que tanto los contactos asociados a las entradas del PLC como los contactos de los relés internos o auxiliares del mismo, pueden constituir configuraciones lógicas *AND*, *OR*, *NOT*, *XOR*, etc. (tal y como se vió en la unidad I de este portal), o en forma general, pueden estar representados en las conocidas "tablas de la verdad" a fines de activar o desactivar a salidas específicas del PLC o a relés internos del mismo.

**OUTPUT:** Representa a un dispositivo genérico de salida que puede estar asociado a una salida física del PLC o a una salida lógica del diagrama escalera (por ej. una bobina de un relé interno del PLC).

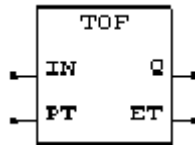


**Figura N° 3.4:** Bobina en Lógica Interna del PLC.  
**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

**TOF:** Este dispositivo representa a un temporizador con retardo a la desconexión.

Al aplicar un nivel lógico alto en la entrada IN, inmediatamente se activa la salida Q. En este punto, si se corta la señal en la entrada IN, es cuando comienza a transcurrir el tiempo en el temporizador. Cuando el tiempo programado (aplicado a la entrada PT) ha transcurrido (permaneciendo cortada la señal en la entrada IN), la

salida Q se desactiva. Esta condición se mantendrá mientras la entrada IN permanezca sin señal. Si se aplica nuevamente un nivel lógico alto a la entrada IN antes de que el temporizador alcance su tiempo programado, la cuenta del tiempo se pondrá en cero y la salida Q se activará. El pin de salida ET indica el tiempo actual transcurrido.

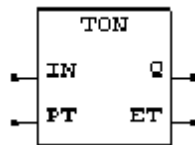


**Figura N° 3.5:** Temporizador con Retardo a la Desconexión en Lógica Interna del PLC.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

**TON:** Este dispositivo representa a un temporizador con retardo a la conexión.

Al aplicar un nivel lógico alto en la entrada IN, comienza a transcurrir el tiempo en el temporizador. Cuando el tiempo programado (aplicado a la entrada PT) ha transcurrido (manteniendo la señal en la entrada IN), la salida Q se activa. Esta condición continuará hasta que se corte la señal en la entrada IN. Si la señal en la entrada IN es cortada antes de que el temporizador alcance su tiempo programado, la cuenta del tiempo se pondrá en cero y la salida Q se desactivará. El pin de salida ET indica el tiempo actual transcurrido.

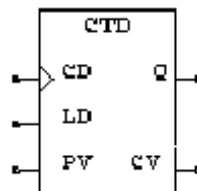


**Figura N° 3.6:** Temporizador con Retardo a la Conexión en Lógica Interna del PLC.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.



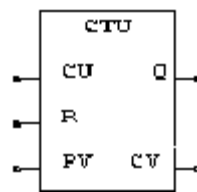
**CTD:** Representa a un contador descendente. Un flanco ascendente en la entrada CD (*count-down*) decrementará la cuenta en 1. La salida Q se activará cuando la cuenta actual sea igual o menor que cero. Si se le aplica un nivel lógico alto en la entrada LD (*load*), el contador se cargará (carga asíncrona) con el valor que tenga la entrada PV (*programmed value*). El pin de salida CV (*counter value*) indica el valor actual de la cuenta.



**Figura N° 3.7:** Contador Descendente en Lógica Interna del PLC.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

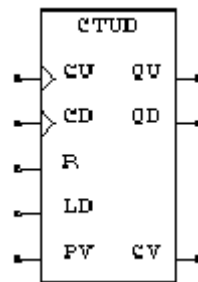
**CTU:** Representa a un contador ascendente. Un flanco ascendente en la entrada CU (*count-up*) incrementará la cuenta en 1. Cuando la cuenta actual alcance al valor fijado en la entrada PV, la salida Q se activará. Si se le aplica un nivel lógico alto en la entrada R (*reset*), el contador se pondrá en cero (puesta a cero asíncrona). El pin de salida CV indica el valor actual de la cuenta.



**Figura N° 3.8:** Contador Ascendente en Lógica Interna del PLC.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

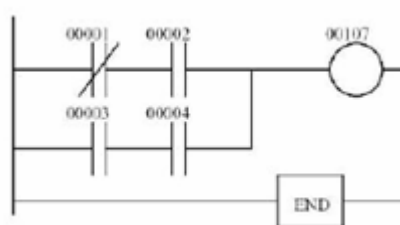
**CTUD:** Representa a un contador programable ascendente/descendente. Un flanco ascendente en la entrada CU incrementará al contador en 1, mientras que un flanco ascendente en la entrada CD lo decrementará en 1. Si se le aplica un nivel lógico alto en la entrada R, el contador se pondrá en cero. Un nivel lógico alto en la entrada LD cargará al contador con el valor que tenga la entrada PV. La salida QU se activa cuando la cuenta actual sea mayor o igual que el valor fijado en la entrada PV. La salida QD se activa cuando la cuenta actual sea menor o igual que cero. El pin de salida CV indica el valor actual de la cuenta.



**Figura N° 3.9:** Contador Programable (Ascendente o Descendente) en Lógica Interna del PLC.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

La siguiente animación permite mostrar la estructura que tiene un diagrama de escalera:

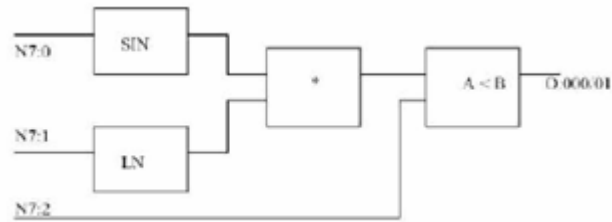


**Figura N° 3.10:** Programación con Lógica Escalera para PLC.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

### 3.4.2 Diagrama De Bloques Funcionales

Es un lenguaje gráfico que permite al usuario construir procedimientos complejos mediante la unión de bloques funcionales prediseñados.



**Figura N° 3.11:** Programación con Bloques Funcionales para el PLC.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

### 3.4.3 Texto Estructurado

Este es un lenguaje estructurado de alto nivel parecido al PASCAL, pero más intuitivo para el ingeniero de control. Este lenguaje es usado principalmente para implementar procedimientos complejos que no pueden ser expresados mediante lenguajes gráficos.

```
N7:0 := 0;
REPEAT
N7:0 := N7:0 + 1;
UNTIL N7:0 >= 10;
END_REPEAT;
```

**Figura N° 3.12:** Ejemplo de código de programación con texto estructurado.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

### 3.4.4 Programación Booleano

Proporciona un medio literal para la transcripción directa de funciones lógicas que definen una secuencia de control. El lenguaje booleano permite realizar operaciones aritméticas, manejar datos, contar eventos, generar retardos de tiempo, etc. Este lenguaje se denomina también lenguaje literal, de lista de instrucciones o de mnemónicos. En la siguiente tabla se muestra el conjunto de instrucciones típicas del lenguaje booleano:

**Tabla N° 3.5:** Instrucciones típicas del lenguaje booleano.

Mnemónico	Descripción
LD	Primera variable de una función lógica
LD NOT	Complemento de la anterior
AND	Función lógica Y
AND NOT	Función lógica Y con la variable inversa
OR	Función lógica O
OR NOT	Función lógica O con la variable inversa
AND LD	Función lógica Y con la condición previa
OR LD	Función lógica O con la condición previa
OUT	Variable de salida (interna o externa)
TIM	Temporizador
CNT	Contador
KEEP	Biestable
ADD	Suma
SUB	Resta
MUL	Multiplicación
DIV	División
CMP	Comparación de variables numéricas
MOV	Transferir datos entre registros
SFT	Desplazar la información en un registro
BIN	Convertir BCD a binario
BCD	Convertir binario a BCD
JMP	Salto condicional
JME	Fin de salto
END	Fin de programa

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

Por ejemplo, para la expresión  $Y1 = Y3 + (X1 \cdot X2)$ , la representación en lenguaje booleano se observa en la siguiente tabla:

**Tabla N° 3.6:** Representación en lenguaje booleano del ejemplo planteado.

Instrucciones	Descripción
LD X1 AND X2 OR Y3 OUT Y1	Si se cumple que las variables X1 y X2 están activadas (tienen estado lógico "1" ) o que la variable Y3 esté activada, entonces la variable de salida Y1 se activa.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

### 3.5 Gráficos Secuenciales (Grafcet)

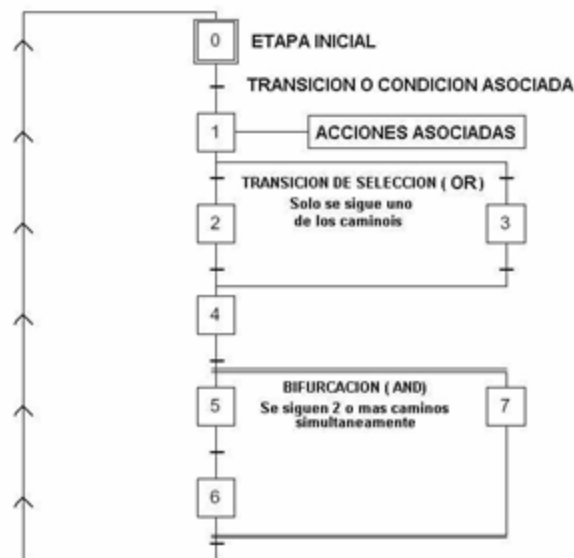
Un sistema es combinacional cuando para cada combinación de estado de los elementos de entrada al sistema, existe una y sólo una combinación de estado de los elementos de salida. En forma distinta, un sistema es secuencial cuando para una combinación de estado de los elementos de entrada al sistema, pueden existir más de una combinación de estado de los elementos de salida; o bien cuando además de considerar el estado actual de los elementos de entrada y de salida, también se considera su estado anterior o la evolución que hayan tenido.

La mayoría de los procesos funcionan secuencialmente pero con un solo estado activo a la vez. Sin embargo, existen máquinas más complejas que son diseñadas para realizar varias operaciones al mismo tiempo. Este último tipo de máquina o proceso amerita que el controlador sea capaz de realizar procesos concurrentes. Es decir, el procesador debe ser capaz de realizar las actividades correspondientes a dos o más etapas que estén activas al mismo tiempo. Este último requerimiento puede lograrse con técnicas tales como los Gráficos de Funciones Secuenciales (SFC: *Sequential Function Charts*), conocido también como el estándar IEC 848, o sencillamente como GRAFCET (**Gráficos Funcionales de Control de Etapas y Transiciones**).

El GRAFCET es un método mediante el cual se describe en forma gráfica las especificaciones de cualquier automatismo. Dentro de sus ventajas se encuentra que permite la programación directa desde el mismo gráfico sin tener que traducirlo a

lenguaje de contactos o LADDER. También permite hacer seguimiento etapa por etapa dentro del automatismo, de forma que la localización de algún problema se hace sistemática y por lo tanto conduce al ahorro de tiempo.

El GRAFCET permite la representación de los sistemas secuenciales mediante la sucesión alternada de etapas y transiciones. Los elementos básicos de una carta GRAFCET típica se muestran a continuación.



**Figura N° 3.13:** Principales elementos del GRAFCET.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

**ETAPAS:** En la carta GRAFCET todos los estados estables del sistema tienen asociado un elemento de memoria llamado etapa. Las etapas se representan con un cuadro, o bien con un cuadro doble en el caso de etapas iniciales. Además, las etapas están numeradas en forma ordenada de acuerdo al desarrollo del automatismo.

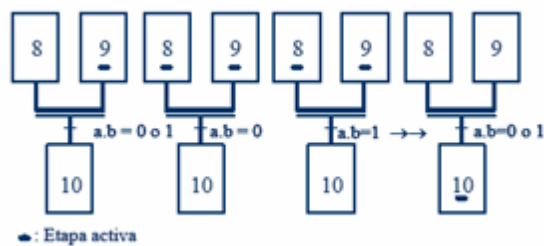
**a.** Etapas iniciales.

- Se activan al iniciar el GRAFCET.
- Una vez iniciado, tienen el mismo tratamiento que otras etapas.
- Un sistema debe tener como mínimo una etapa inicial.
- Pueden existir varias etapas iniciales en procesos concurrentes.

**b. Etapas normales.**

- Representan los estados estables del sistema.
- Deben estar numeradas aunque no necesariamente en forma correlativa.
- No puede haber dos etapas con el mismo número.
- Durante la evolución del GRAFCET, pueden estar activas o inactivas.
- Pueden o no contener acciones asociadas.

**TRANSICIONES:** Toda transición tiene una condición o condiciones lógicas que son las que van marcando la evolución del sistema. Una transición marca el paso de una etapa a la otra, ya que es una barrera que separa dos etapas y que se supera si estando activa la etapa o etapas anteriores o de entrada a la transición, se cumplen las condiciones lógicas en ella impuesta.



**Figura N° 3.14:** Ejemplo de evolución del GRAFCET.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

Validar la transición implica un cambio en las etapas activas del GRAFCET. Al pasar una transición, el sistema deja de estar en una etapa e inmediatamente va a la siguiente.

En el GRAFCET:

- Las transiciones se representan con un pequeño segmento horizontal que corta la línea de enlace entre dos o más etapas.
- Son etapas de entrada a una transición, todas las que conducen a ella.
- Son etapas de salida a una transición, todas las que se activan una vez se ha superado la transición.

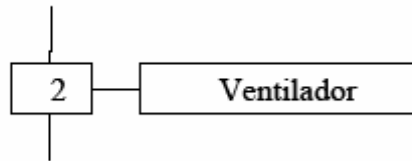
La condición o condiciones que deben superarse para poder pasar una transición reciben el nombre de receptividades. Una transición puede poseer:

- Una receptividad simple o única.
- Una función Booleana.
- Una receptividad correspondiente a un temporizador o a un contador.
- Una receptividad asociada a alguno otra etapa GRAFCET.

**ESTADO:** Se refiere a una de las formas o maneras en la que puede encontrarse el sistema: Parado / operando, encendido / apagado, etc.

**ACCIONES ASOCIADAS:** Están asociadas a las etapas del GRAFCET y son las normalmente modifican el estado de algunos elementos de salida del sistema.



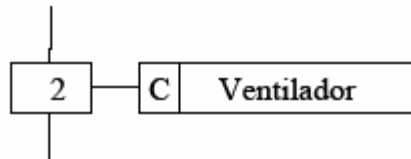


**Figura N° 3.15:** Acciones asociadas.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

La figura anterior indica que al estar activa la etapa 2, se enciende el ventilador.

Existen acciones asociadas que son condicionadas. En este caso en el rectángulo donde se representa la acción, hay un campo de entrada para las condiciones.



**Figura N° 3.16:** Acciones condicionadas.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

El estándar IEC-61131 propone las siguientes representaciones para las acciones asociadas condicionadas:

**Tabla N° 3.7:** Modificación de las acciones.

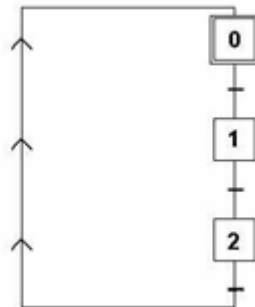
C	Acción condicionada
D	Acción retardada
L	Acción limitada en el tiempo
P	Impulso
S	Acción mejorada

**LÍNEAS DE ENLACE:** Son líneas verticales u horizontales que unen con una dirección significativa, las distintas etapas con las transiciones, y las transiciones con las etapas.

### 3.5.1 Reglas Para Construcción Del GRAFCET.

c. El diagrama debe dibujarse en **sucesión alternada de etapas y transiciones**. En ese sentido no puede haber ni dos etapas ni dos transiciones seguidas.

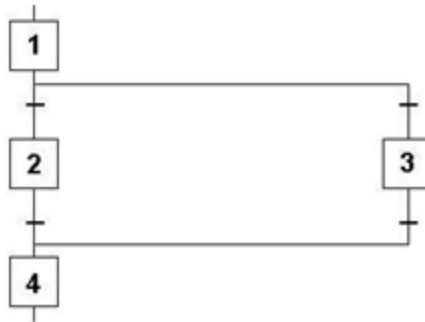
d. El GRAFCET es de **secuencia única** cuando en el diagrama sólo hay una rama. El conjunto de etapas se irán activando consecutivamente una a la vez, después de validarse las recepciones asociadas a las transiciones.



**Figura N° 3.17:** GRAFCET de secuencia única.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

e. El GRAFCET es de **Bifurcación u OR** cuando a la salida de una etapa hay una selección de secuencias. En este punto, el flujo seguirá por una sola de ellas. Aunque no es necesario que las diferentes secuencias posean igual número de etapas y transiciones, lo que si es conveniente es que sean excluyentes entre si.



**Figura N° 3.18:** GRAFCET tipo OR.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

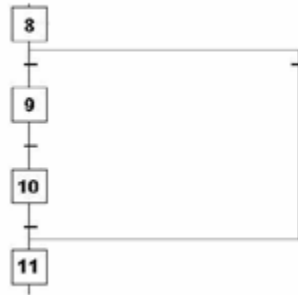
f. El GRAFCET es de **Concurrencia o AND** cuando a la salida de una transición, el flujo debe evolucionar de forma simultánea por dos o más ramas. No es necesario que las secuencias en paralelo contengan igual número de etapas y transiciones, ya que al final de la secuencias habrá un punto de convergencia o de espera donde el sistema aguarda a que todas las secuencias lleguen a esa etapa de espera para continuar su evolución.



**Figura N° 3.19:** GRAFCET tipo Paralelo.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

g. Una modalidad de los puntos de bifurcación lo constituyen los **saltos** de etapas. Esta modalidad da la posibilidad de que se ejecute o no una secuencia completa, o de que la evolución del flujo siga a partir de la etapa indicada en el salto.

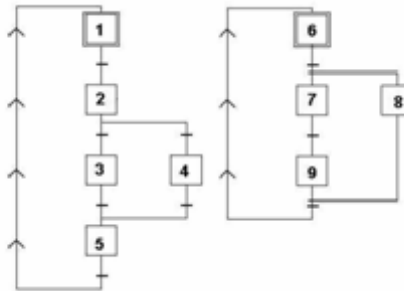


**Figura N° 3.20:** Saltos en cartas GRAFCET.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

**h.** Existen **Bucles o estructuras WHILE** cuando una o un conjunto de etapas se repiten varias veces. Son controladas por temporizadores, contadores, o simplemente se repiten infinitamente.

**i.** En GRAFCET se pueden escribir dos o más secuencias independientes que funciones concurrentemente evolucionando cada una por separado y a su ritmo según se validen sus transiciones. Aunque estas secuencias no se tocan en el gráfico de flujo, se pueden interrelacionar a través de sus variables de estado.



**Figura N° 3.21:** Representación de procesos concurrentes.

**Fuente:** Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.

### 3.6 Panelview [8]

Las terminales *PanelView* 550, 600, 900, 1000, 1400 proporcionan una interfase de operador con las ventajas de montaje en espacios reducidos, pantallas planas o de hasta tamaños de 14 pulg. De pantalla. Estas interfaces electrónicas de operador ofrecen cualidades de desplegados de gráficos en píxeles y la mejora de la funcionalidad de las pantallas en color, escala de grises, y pantallas monocromáticas.



**Figura N° 3.22:** Vista Frontal del PanelView 1000.

**Fuente:** Escalona R., J (2007)

Funcionalidad mejorada que incluye manejo de alarmas, entradas y desplegados en caracteres *ASCII*, soporte Universal de Idiomas, tarjetas de memoria de respaldo y / o de expansión, números de punto flotante y el uso de impresoras.

Las Terminales están integradas para múltiples versiones de protocolos de comunicación que se describen a continuación:

- *Remote I/O* conexión un controlador PLC o SLC<sup>1</sup> a una red de campo *Remote I/O* Universal, soportados por bloques de transferencia o en forma de E/S discretas los datos. De igual manera soporta la comunicación *Pass-Through* en *Remote I/O*.
- DH-485 conexión uno o varios procesadores SLC 500 en una red *Allen-Bradley* DH-485. El acceso directo a los archivos de datos del procesador SLC minimiza el diagrama Lógico. Soporta conexión punto

a punto o transferencia en red. Soporta además a los controladores *MicroLogix* 1000 y 1500.

- RS-232 conexión a través del Puerto serie (Canal 0) de un controlador SLC 5/03 o 5/04 usando protocolo DH-485. La terminal con puerto RS-232 proporciona una conexión dedicada para datos de alta prioridad. Soporta la función de *Pass-Through* desde la red DH+ al *PanelView* a través del Puerto 0 de un controlador SLC 5/04. así también soporta conexión a controladores *MicroLogix* 1000 y 1500.
- DH+ conexión a uno o múltiples controladores PLC-5 o SLC 5/04 en una red *Allen-Bradley* DH+. Acceso directo a los archivos de datos del controlador minimizando el uso de instrucciones en el diagrama lógico.
- *DeviceNet* conexión y comunicación a nivel de dispositivos utilizando un enlace *DeviceNet* usando funciones de servidor explícito, cliente explícito, o atendiendo solamente mensajes. También conecta controladores PLC-5 o SLC 5/04 en un enlace *DeviceNet* usando módulos escáner para *DeviceNet*.
- *ControlNet* conexión desde uno hasta 99 controladores PLC en una red de *Rockwell Automation ControlNet*. Proporciona el soporte de datos solicitados y no – solicitados para PLC y *ControlLogix* con una media de comunicación redundante.

DF1 conexión a un solo controlador SLC, PLC, o *MicroLogix* 1000 y 1500 punto a punto o una conexión de red DF1 usando comunicación *full duplex*.

### **3.7 Transmisión De Datos [10]**

Consiste en la transmisión de información de un lugar a otro, tanto dentro de un ordenador o computadora (por ejemplo, desde la unidad de disco a la memoria de acceso aleatorio, como entre este y un dispositivo externo dos procesadores pertenecientes a una red. La velocidad de transmisión de datos se denomina también coeficiente de transmisión o velocidad de transferencia de datos y suele medirse en bit por segundos (bps). La velocidad de transmisión nominal es por lo general bastante mayor que la efectiva, debido a los tiempos de parada, procedimiento de verificación de errores y otros retardos. Además, la transmisiones de datos desde diferentes orígenes a diferentes destinos suele competir entre si en caso de utilizar la misma ruta de datos, como por ejemplo en una red.

### **3.8 Protocolo De Comunicación Industrial[11]**

Es un conjunto de reglas y convenciones que gobiernan la forma en que dos entidades cooperan para intercambiar información.

De manera general, los distintos protocolos de comunicación se diferencian uno de otros en ciertas características, que están bien definidas dentro de la siguiente arquitectura simplificada:

- **Nivel de acceso:** Maneja el intercambio de información entre un computador y la red a la que está conectado.
- **Nivel de transporte:** Maneja los mecanismos encargados de proveer confiabilidad en los intercambios de información.
- **Nivel de aplicación:** Maneja las estructuras lógicas necesarias para soportar las diversas aplicaciones de los usuarios.

### 3.9 Medición De Temperatura [9]

La temperatura se puede definir como la intensidad de calor o frío de un cuerpo, del ambiente o de un proceso. Las limitaciones o factores que influyen en la medición de temperatura están definidos por el tipo de aplicación o tecnología utilizada, la precisión del instrumento, la velocidad de captación de la temperatura, la distancia entre el instrumento de medida y el receptor, el tipo de instrumento registrador o controlador.

Las unidades de medida son el grados *Celsius* o centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ), grados *Fahrenheit* ( $^{\circ}\text{F}$ ), grados *Kelvin* ( $^{\circ}\text{K}$ ) y *Ranking* ( $^{\circ}\text{R}$ )

### 3.10 Termopares o Termocuplas [9]

Consiste en la unión de dos conductores de diferentes metales que al ser sometidos a temperatura generan una fuerza electromotriz (Fem.), el extremo que es sometido a temperatura se llama unión o junta caliente y el extremo libre o de conexión al instrumento receptor se denomina unión fría o de referencia, la Fem. Generada es en mvdc.

Los conductores o alambres se usan con un recubrimiento que puede ser barniz resistente al calor, hule resistente al calor, tejido de algodón encerado, tejido de asbesto, tejido de fibra de vidrio impregnado con silicio y otros materiales, los alambres de la unión caliente tan bien pueden estar protegidos con tubos de cerámica.[12]

### 3.11 Interruptores (*Switch*) [9]



Son dispositivos de protección que pueden censar la variable del proceso, pero no dan indicación del valor de la misma, se utilizan para activar o desactivar equipos (motores, compresores), también se emplean para generar señales de indicación o alarma. Puede ser de acción simple o doble, es decir se activan subiendo o bajando, así mismo dependiendo del diseño puede variar la cantidad de contactos abiertos (NO), cerrados (NC) y puntos comunes (C), la tensión de alimentación puede ser 24 Vdc, 110 y 220 Vac.

### **3.12 Válvula De Seguridad [9]**

Es un dispositivo que se instala en los sistemas presurizados con la finalidad de protegerlos en el caso de que ocurra una sobre presión que ponga en riesgo el recipiente o la infraestructura de la planta.

La válvula esta calibrada a un *setpoint* dado y al ocurrir una presión que supere el punto ajustes, esta aliviará el sistema y evitará que la presión alcance valores indeseados, al secar la condición que ocasiono su disparo la válvula retornará a su estado normal automáticamente.

### **3.13 Programadores [12]**

Los detectores de llama están conectados a un programador que puede tomar la decisión según sea su configuración o diseño de dar una alarma, arrancar un sistema de extinción de incendio o poner en marcha y paro el sistema de calentamiento de un horno o caldera incluyendo la fase de prepurga para barrer totalmente la cámara de combustión antes de cada encendido, supervisión de llama piloto y principal, pospurga, interruptores de protección, nivel bajo en una caldera, bajo o alto flujo en el sistema, presión de gas piloto, gas principal y ventilador de aire forzado.

### **3.14 Válvula Solenoide [9]**

Son dispositivos que se utilizan para implementar lógicas de control, como permisivos o en arreglos donde se requiere de una señal para activar o para un sistema, las válvulas solenoides solamente pueden asumir dos posiciones (todo/nada).

Constan de una bobina, un núcleo y el conjunto vástago/pistón o tapón, pueden operar en forma energizada o desenergizada. Si la condición de operación es desenergizada, al llegar la señal eléctrica a la bobina esta se energizará creando un campo magnético que atraerá al núcleo y en consecuencia el vástago se moverá para abrir o cerrar, permitiendo el paso de la señal.

### **3.15 Válvulas De Control [9]**

La válvula de control representa uno de los elementos más importantes en un lazo de control, su función es variar el caudal del fluido a controlar modificando al mismo tiempo el valor de la variable medida, en las válvulas neumáticas la presión en el actuador ejerce una fuerza hacia abajo y la válvula inicia un movimiento de cierre, el resorte es comprimido y la fuerza del resorte aumenta, el movimiento de la válvula continuará hasta que exista un equilibrio entre la fuerza del resorte y la fuerza aplicada debido a la presión en el actuador.

### **3.16 Transmisores [9]**

Se utilizan como elementos primarios de medición, pueden medir directamente la variable de proceso o en forma indirecta a través de un censor.

Dentro de las variables que pueden medir los transmisores están las siguientes:

- Presión.
- Flujo
- Temperatura
- Nivel.

### 3.17 Lazos De Control [9]

**Lazo de control abierto:** es aquel en el cual no existe una retroalimentación de los cambios ocurridos en la variable de proceso.

**Lazo de control cerrado:** se caracteriza por la existencia de retroalimentación en los cambios de la variable de proceso.

### 3.18 Lenguaje Unificado De Modelado (Uml)

La notación UML es una fusión de las notaciones de Booch, OMT, OOSE y otras notaciones. UML está pensado para ser legible sobre soportes muy variados como las pizarras, el papel, las pantallas de ordenador, las impresiones en blanco y negro, etc. Los diseñadores de la notación han buscado ante todo la simplicidad; UML es intuitivo, homogéneo y coherente. Los símbolos embrollados, redundantes o superfluos se han eliminado en favor de un mejor aspecto visual.

UML se concentra sobre la descripción de los artefactos del desarrollo de programa, en lugar de en la formalización del propio proceso de desarrollo: así, puede utilizarse para describir los elementos lógicos, obtenidos por la aplicación de diferentes procesos de desarrollo. UML no es una notación cerrada: es genérica, extensible y configurable por el usuario. UML no busca la especificación a ultranza: no tiene una representación gráfica para todos los conceptos imaginables; en caso de

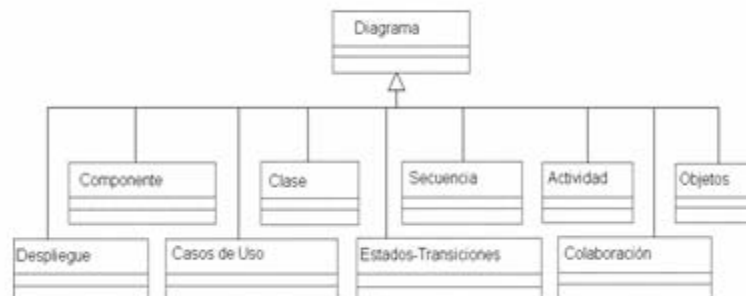
necesidades particulares, pueden aportarse precisiones por medio de mecanismos de extensión y de comentarios textuales. Se da una gran libertad a las herramientas para el filtrado y la visualización de información. El uso de colores, de dibujos y de atributos gráficos particulares se deja a la discreción del usuario.

Los elementos de visualización y los elementos de modelado se presentan conjuntamente, valiéndose de la notación como un soporte para facilitar la presentación de la semántica.

UML define nueve tipos de diagramas para representar los diferentes puntos de vista del modelado. El orden de presentación de estos diferentes diagramas no refleja un orden de implementación en un proyecto real, sino simplemente un método pedagógico que intenta minimizar los prerrequisitos y las referencias cruzadas.

### Los diagramas de UML

Un diagrama da al usuario un medio de visualizar y manipular elementos de modelado. Los diferentes tipos de diagramas de UML se presentan en el extracto del modelo siguiente (**Figura N° 3.23**).



**Figura N° 3.23:** Diferentes tipos de diagramas definidos por U.M.L.

**Fuente:** Modelado de Objetos con UML (1997).

Un diagrama contiene atributos de colocación y de aspecto visual que sólo dependen del punto de vista. La mayor parte de los diagramas se presentan bajo la forma de grafos, compuestos de cimas y arcos. Los diagramas contienen elementos de visualización que representan elementos de modelado eventualmente surgidos de paquetes distintos, incluso en ausencia de relaciones de visibilidad entre estos paquetes.

Los diagramas pueden mostrar todo o parte de las características de los elementos de modelado, según el nivel de detalle útil en el contexto de un diagrama dado. Los diagramas pueden también reunir informaciones relacionadas entre sí para mostrar, por ejemplo, las características heredadas por una clase. Los diferentes diagramas son:

- Los diagramas de actividades que representan el comportamiento de una operación en términos de acciones.
- Los diagramas de caso de uso que representan las funciones del sistema desde el punto de vista del usuario.
- Los diagramas de clases que representan la estructura estática en términos de clases y relaciones.
- Los diagramas de colaboración que son una representación espacial de los objetos, enlaces e interacciones.
- Los diagramas de componentes que representan los componentes físicos de una aplicación.

- Los diagramas de despliegue que representan el despliegue de los componentes sobre los dispositivos materiales.
- Los diagramas de estados-transiciones que representan el comportamiento de una clase en término de estados.
- Los diagramas de objetos que representan los objetos y sus relaciones y corresponden a diagramas de colaboración simplificados, sin representación de los envíos de mensaje.
- Los diagramas de secuencia que son una representación temporal de los objetos y sus interacciones.

Los diagramas de colaboración y los diagramas de secuencia se llaman ambos diagramas de interacción. Los diagramas de estados-transiciones se llaman también *Statecharts* nombre dado por su autor, David Flarel. [14]

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

Este capítulo se encuentra compuesto por cuatro etapas que se describen a continuación:

La primera etapa se encarga de describir tanto el proceso de la estación Ored-5 como la filosofía de operación actual para el encendido del horno H1.

La segunda etapa tiene por finalidad dar a conocer la nueva filosofía para automatizar el horno H1 de la estación ORED-5 de tal manera que el sistema trabaje de forma más eficiente y más segura posible.

La tercera muestra los métodos, equipos y software utilizados para lograr la programación PLC-5/30 de la marca *Allen Bradley*, controlador encargado de llevar a cabo la operación eficiente y segura del horno H1.

La cuarta etapa contempla todo lo relacionado con el sistema de supervisión, que permite a los operadores monitorear el estatus de horno en cualquier momento, además en esta etapa se describe la técnica (UML) y el software (*Panelbuilder32*) usado para la construcción de este sistema.

## **4.1 Descripción Del Sistema Actual Para El Encendido Del Horno.**

### **4.1.1 La Empresa**

#### **4.1.1.1 Ava Ingeniería**

Ava Ingeniería C.A., es la empresa contratada por PDVSA para el desarrollo de este proyecto. Dicha empresa fue constituida en marzo de 2003, con el objeto de suministrar y prestar servicios de Automatización, Electricidad, Seguridad, y Telecomunicaciones a industrias petroleras, petroquímicas, gas, electricidad entre otras empresas a nivel nacional, y así proporcionarles las soluciones tecnológicas para mejorar su proceso productivo.

#### **Misión:**

Ofrecer un servicio excepcional sobre la base de la profesionalidad, la especialización permanente y el trabajo cooperativo, poniendo énfasis en la calidad y confiabilidad para lograr la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes

#### **Visión:**

Ser una empresa ajustada a las actuales exigencias del mercado, sustentada en una estructura ágil, comprometida con el desarrollo e integración de soluciones de valor agregado mediante la aplicación de tecnología , bajo los mejores estándares de calidad para el mejoramiento continuo de los procesos, bajo estrictas normas de Seguridad, Higiene y Ambiente



### Ubicación Geográfica de la Empresa

Ava Ingeniería se encuentra ubicada en tres ciudades de nuestro país que se indicaran a continuación:

AVA Ingeniería, C.A. (Occidente) Maracaibo, Estado Zulia: Dirección: Calle 67, entre Av. 19 y 20 No. 19-39. Sector Indio Mara.

AVA Ingeniería, C.A. (Oriente) Barcelona, Estado Anzoátegui: Dirección: Urb. Nueva Barcelona, Calle 8 con Carrera 34, Casa # 5B.

AVA Ingeniería, C.A. (El Tigre) Dirección: Av. Peñalver Esq. Guicaipuro #3B. Frente a Tracto Repuestos El Tigre.



**Figura N° 4.1:** Ubicación Geográfica de Ava Ingeniería.

Fuente: Ava Ingeniería (2004)

#### 4.1.1.2 Pdvsa

Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA), esta dedicada a la planificación, coordinación, supervisión y control de las actividades operativas de sus tres grandes divisiones, dedicadas a las actividades medulares del negocio: PDVSA Exploración, Producción y Mejoramiento, PDVSA Refinación, Suministro y Comercialización, y

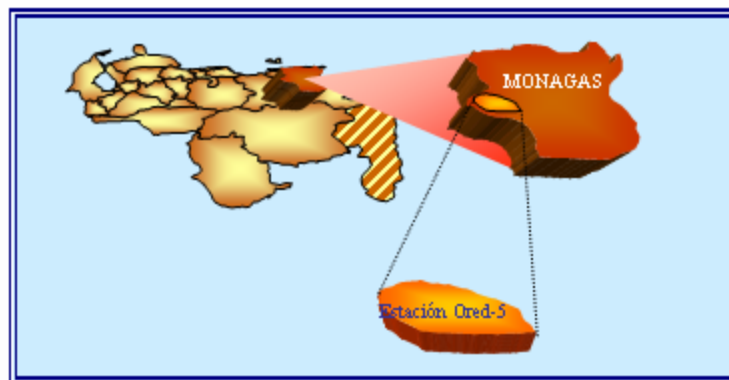
PDVSA Servicios. Cada una de estas divisiones a su vez está integrada por diversas empresas y unidades de negocio, ubicadas tanto en Venezuela como en el exterior.

En la actualidad se encuentra dividida en cuatro grandes zonas: Occidente, Centro, Sur y Oriente. La zona Oriente posee cinco grandes distritos: San Tomé, Punta de Mata, Anaco, Maturín y Puerto La Cruz.

PDVSA San Tomé, lugar donde se realizó este trabajo posee cuatro unidades de producción de petróleo como: Liviano, Mediano, Pesado y Extrapesado. Estas eran denominadas como unidades básicas de producción; para el año de 1998 con la fusión de las secciones de gas se creó la Gerencia de Plantas con el objeto de formar una estructura que se encargará del manejo operacional de fluidos y el mantenimiento de las plantas compresoras del Distrito San Tomé. En la unidad de Liviano y Mediano se encontraban las secciones de gas, en Pesado y Extrapesado las secciones de Vapor. Para el mantenimiento de los equipos, se formó el área de mantenimiento operacional con el fin de mantener activos y en buen estado las plantas, y para lograr el seguimiento y control administrativo se forma el departamento de Control y Gestión.

#### **4.1.2 Ubicación Geografica De La Estación De Descarga Ored-5**

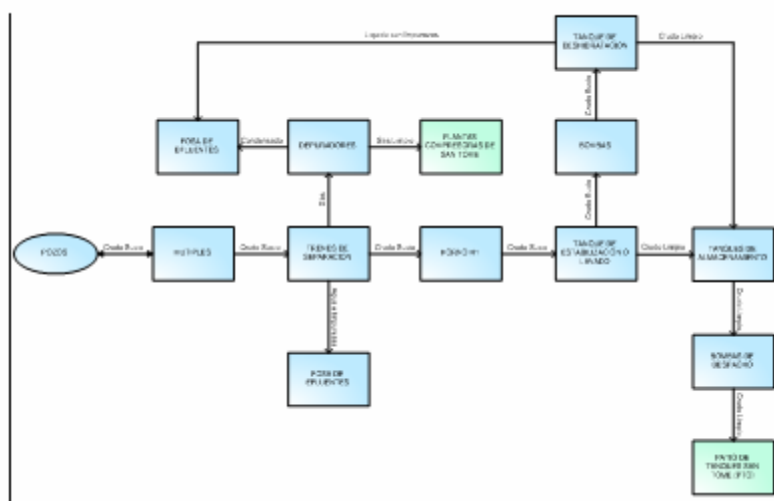
La Estación de Descarga Ored-5, está ubicada en el municipio Aguasay del Estado Monagas, a 6 Km. del pueblo de Aribi. Tiene acceso terrestre por la carretera nacional El Temblador-Maturín y por la vía nacional Santa Bárbara- Aguasay. Actualmente procesa la producción aproximada de 13000 BPD, proveniente de 20 pozos productores. Consta de dos (2) tanques de almacenamiento de crudo uno de 10.000 barriles y el otro de 20.000 barriles. Después de separados los hidrocarburos, el crudo es enviado al Patio de Tanques Oficina y el gas es enviado a las plantas compresoras del Distrito San Tomé.



**Figura N° 4.2:** Ubicación Geográfica de la Estación Ored-5.

**Fuente:** PDVSA (2002)

#### 4.1.3 Descripción Del Proceso De La Estación Ored-5



**Figura N° 4.3:** Esquema de Proceso Estación Ored-5.

**Fuente:** Escalona R., J (2007)

La Estación de Descarga Ored-5 recibe el crudo de una serie de pozos ubicados en el campo Oritupano.

El crudo provenientes de los pozos es recibido en cinco (5) múltiples de producción de donde es distribuido a cuatro (4) trenes de separación petróleo-gas-agua. En estos trenes de separación el crudo fluye en cascada a través de tres (3) separadores que operan a diferentes niveles de presión (1200, 500 y 60 psig). Los trenes 1 y 2 operan a los tres (3) niveles de presión (1200, 500 y 60 psig), mientras que los trenes 3 y 4 operan a dos (2) niveles de presión (500 y 60 psig).

El gas separado en cada etapa de los trenes, es recolectado en tres cabezales de acuerdo a su nivel de presión y distribuido a seis (6) depuradores, donde se efectúa una separación adicional de los restos de líquidos. Posteriormente el gas es enviado a través de gasoductos a la planta compresora del Distrito San Tomé. En las líneas de distribución de gas se tiene un sistema de alivio de presiones que actúa en cascada desde 1200 psig a 500 psig y de 500 psig a 60 psig. La estación también cuenta con un venteo de 60 psig hasta el flare. Mientras que el agua se recolecta y se envía a los tanques de agua efluentes (TK-APER-N-1 y TK-APER-N-2)

El crudo proveniente de la etapa anterior es enviado al horno H1, donde será calentado a una temperatura de 150 °F, condición ideal para deshacer las partículas o impurezas que se encuentran en el crudo.

Por su parte el líquido (crudo sucio) proveniente del horno H1, es recolectado en un múltiple de segregación para ser enviado al tanque de estabilización o lavado (TK-1201) con una capacidad de 20000 Bls. En el tanques de estabilización se produce la segunda separación crudo-agua, donde parte del agua libre presente en el crudo decanta por diferencia de densidad. Además en este tanque se lleva a cabo inyección de química desmulsificante, antiasfáltica y antiespumante (mezcla de Gasoil-Silicona), para eliminar las impurezas disueltas por la etapa de calentamiento.

El crudo sucio es succionado del tanque de estabilización o lavado (TK-1201) por medio de tres (3) bombas que operan en secuencia automática y es enviado al sistema de deshidratación electrostática. Este sistema consta de tres (3) Deshidratadores Electrostáticos (SE-1201A, SE-1201B y SE-1201C) que operan en paralelo con la finalidad de remover el agua del crudo. La especificación del agua presente en el crudo a la salida de los deshidratadores no debe ser mayor al 0.7% en volumen. Cada deshidratador opera a 137 °F y 50 psig y tiene una capacidad para procesar hasta 45 MBPD.

En caso de que la corriente de crudo a la salida cualquiera de los deshidratadores se presente fuera de especificación, es decir con un contenido de agua superior al 0.5% en volumen, la misma se recircula nuevamente hacia los tanques de estabilización o lavado (TK-1201) para ser tratado nuevamente.

El crudo limpio proveniente de los deshidratadores pasa a dos (2) tanques de crudo limpio (TK-01 y TK-02) de 10.000 y 20.000 barriles de capacidad respectivamente, donde es almacenado y bombeado por cuatro (4) bombas que operan en secuencia automática hacia el Patio Tanque Oficina P.T.O.

El agua retirada de los tanques de estabilización (TK-1201) y en los deshidratadores electrostáticos (SE-1201A, TK-1201B y TK-1201C) se recolecta y se envía a los tanques de agua efluentes (TK-APER-1 y TK-APER-2) con una capacidad de 10000 BBLs y 5000 BBLs respectivamente, para su almacenamiento y posteriormente se envía a la planta de tratamiento de agua Phoenix, donde es tratada para la inyección.

#### 4.1.4 Filosofía De Operación Actual Del Horno H1



**Figura N° 4.4:** Horno de Estación Ored-5.

**Fuente:** Escalona R., J (2007)

El horno H1, esta diseñado para el calentamiento de un determinado volumen de crudo, el cual entra al calentador a una temperatura aproximada de 80 grados *Fahrenheit* y se eleva hasta 150 grados *Fahrenheit*, para esto cuenta con 8 quemadores colocados estratégicamente que van a generar una fuente de calor que se transmitirá a una serie de tubos consecutivos. Este calor es producido por la combustión de los quemadores que trabajan con gas a presión atmosférica, y se proyecta en forma directa hacia los tubos desde las llamas de los quemadores en la sección radiante del Horno y en forma indirecta mediante el calor de los gases después que han transferido energía en esta sección en el área llamada convectiva (economizadora).

Actualmente el encendido del horno está siendo controlado por un sistema basado estrictamente en lógica de relé. No existe una interfaz hombre-máquina que les permita a los Operadores de la estación saber el estado de funcionamiento del horno por lo que la condición de trabajo es muy insegura para el mismo. De hecho, el

sistema tal y cual como funciona se encuentra completamente fuera de normas tanto de seguridad como técnicas.



**Figura N° 4.5:** Panel de Encendido del Horno basado estrictamente en lógica de relé.

**Fuente:** Escalona R., J (2007)

El sistema esta compuesto por un conjunto de subsistemas especializados y dedicados a funciones específicas, que no proporcionan información clara y precisa sobre los siguientes aspectos:

- Monitoreo de variables de proceso.
- Parada de Emergencia.
- Control continuo (Modulación) de temperatura de Flujo de Proceso.
- Seguridad de llama.
- Anunciador Alfanumérico para detección de posibles fallas de funcionamiento.

La secuencia de encendido no cuenta con las siguientes características de seguridad:

- Purga: Consiste en un intervalo de tiempo previo al arranque del Horno en el cual, se desplaza cualquier resto de gases de combustiones anteriores hacia la chimenea del Equipo. Esto evita la existencia de mezclas explosivas antes del encendido.

- Preparación de Encendido: sistema provisto de instrumentación y circuitería necesaria para obtener las condiciones más seguras para el inicio de la combustión.
- Flujo de gas para bajo Fuego.
- Apertura de Damper de chimenea.
- Cierre de Válvula de bloqueo de Gas Principal.
- Modulación: Se instalará un controlador dedicado “*Stand Alone*” (*HONEYWELL*) para que ofrezca facilidades desde el punto de vista operación para controlar continuamente la temperatura del crudo a condición de Modulación o bajo fuego según se requiera.
- Parada y Parada de Emergencia: Secuencia definida para activar paradas automáticas en caso de fallas de llama u operación del horno en condiciones de proceso de alto riesgo.

Por otra parte, el sistema no monitorea las señales que intervienen en el Proceso de calentamiento del Crudo o en la secuencias de parada. A continuación se describen cada una de estas señales:

- Señales analógicas:
  1. **Temperaturas:** Chimenea, flujo de entrada y salida de crudo, temperatura de piel de tubos de Sección radiante.
  2. **Presión:** Entrada y Salida de crudo, Gas combustible.
  3. **Flujo:** Línea de crudo, Gas combustible.
- Alarmas:
  1. **Temperatura:** Salida de crudo, Chimenea, Piel de tubería radiante.



2. **Presión:** Alta y baja presión de aire de instrumentos, baja presión de Gas de purga.
3. **Flujo:** Bajo flujo de crudo.
4. **Otras:** Falla de llama.
5. Estatus de quemadores, permisivos activos, Ciclo de piloto, Quemador encendido, falla de llama.

#### **4.1.5 Procedimientos Actuales Para Encender El Horno H1**

1. Mueva el selector PANEL OFF ON a la posición ON, se encenderá la lámpara que indica PANEL ENCENDIDO.
2. Presione el pulsador PANEL RESET para resetear el panel y verifique si existe alarma, en caso de existir corríjala y pulse de nuevo.
3. Si las condiciones operacionales están dadas se activa la lámpara CONSENTIMIENTO DE ARRANQUE.
4. Presione el pulsador SECUENCIA DE ENCENDIDO y comenzará la secuencia.
5. Al encender la lámpara ABRIR VALVULA SDVQ-132, diríjase a abrir manualmente la válvula SDVQ-132 y verifique que encienda la lámpara VALVULA ABIERTA SDVQ-132.
6. Coloque el selector de encendido del quemador a la posición ON, si alguno indica falla presione el pulsador de QUEMADOR# xx *RESET* del quemador correspondiente.

## 4.2 Nueva Filosofía De Operación Para El Control De Encendido Del Horno H1.

### 4.2.1 Requerimientos Generales Del Nuevo Sistema.

Una vez que se verifique que el Panel se encuentra energizado (Luz Piloto encendida), se deberá energizar el Sistema con el Pulsador de arranque, luego de 10 segundos se visualizará en la Interfase con el Operador (*PanelView*) la Pantalla de presentación y mediante la tecla de navegación entre pantallas se podrá llegar a la Pantalla de Alarmas Activas, con el fin de apreciar si las condiciones para el funcionamiento del Horno se encuentran en estado normal.

En este momento el indicador de REVISION DE SEGURIDAD (circuito de *Interlock*, luz verde) deberá estar encendido. Si este Parámetro (Luz verde) se encuentra apagado se deberá a una condición anormal y será mostrada en el *PanelView* (HMI). Esta condición se presentará si alguno de los Interruptores de Seguridad que están conectados al PLC esta disparado:

- PSL-240 (Baja presión de crudo)
- TSHH-220 y TSHH-221 (Muy alta temperatura de piel de tubos de Sección radiante)
- TSHH-222, (Muy alta Temperatura de Chimenea)
- FSL-220-1 y FSL-220-2 (Bajo Flujo en pases del horno)
- PSL-225 (Baja presión de Gas a instrumentos)
- PSH-225 (Mínimo Flujo de Gas para arranque seguro)
- PSH-223 (Alta presión de Gas combustible)
- PSH-224 (Alta temperatura de gas piloto)
- Status de Pilotos en quemadores

El estado de Pilotos en quemadores, es un bit interno de la Lógica escalera del Autómata que deberá estar activo mientras no exista ningún Piloto encendido en condiciones de Paro del Horno y deberá permanecer en esta condición para poder permitir el arranque seguro del calentador.

Si el Horno se encuentra en las circunstancias indicadas anteriormente se deberá llamar al personal de mantenimiento operacional para solventar la falla y poder iniciar nuevamente el arranque del Horno.

Para que el Sistema de Control automático continúe con el arranque del Horno deberán estar todos los selectores de los Quemadores en condición apagado y la rata de flujo de crudo dentro del rango normal (estable), esta última será verificada por el PLC por medio de la medición realizada por los instrumentos transmisores de flujo conectados a éste y los estatus de los quemadores por señales discretas provenientes de los Dispositivos Supervisores de llama.

Un bajo volumen de Flujo puede ser ocasionado por fallas en el Sistema de Bombeo y podrá ser determinado en la Pantalla de entradas analógicas del HMI Local.

De existir las condiciones adecuadas para el arranque, se iniciará entonces el periodo de Purga que variará de acuerdo a la temperatura del Horno, tomando como referencia la lectura tomada en la Chimenea a través del Transmisor de temperatura TT-240.

En el HMI Local podrá ser visualizado por el Operador, al lado de la lectura del tiempo de purga, la posición de la Válvula de control de Temperatura TCV-240, la cual deberá mostrar el actuador en condición de BAJO FUEGO para el momento del arranque, luego de unos segundos desaparecerá el mensaje y aparecerá en Pantalla el

actuador en la condición de ALTO FUEGO, en ese instante se llevará a cabo la Purga del Horno.

Es importante colocar el selector del Controlador dedicado de Temperatura TIC-241 en modo manual durante la etapa de Purga, para asegurar solamente los dos estados de presión (BAJO FUEGO y ALTO FUEGO) en la señal neumática empleada para la operación.

Una vez finalizado el tiempo de Purga, el tiempo en Pantalla mostrará 0 min. Y el actuador en Bajo Fuego.

El PLC dará el permisivo necesario para el arranque del Quemador 1, lo cual consiste en un comando discreto enviado al Dispositivo Supervisor de llama asociado a este Quemador, una vez recibido el comando el Supervisor de llama encenderá el Piloto del quemador empleando el transformador de ignición para generar el arco eléctrico y abrir la válvula de Gas para el Piloto durante 5 segundos como máximo, si la llama es detectada por el sensor de llama BE-212 se abrirá la válvula de gas principal del quemador, encendiéndose la luz verde indicadora de Llama Principal encendida. La llama principal se estabilizará por 60 segundos y el supervisor de llama enviará una señal de retroalimentación al PLC, indicándole que el arranque del quemador fué exitoso.

El PLC entonces dará el permisivo para el arranque del Quemador 2 y así sucesivamente. Si no se detectara la llama de este quemador, el dispositivo supervisor de llama no enviará la señal de retroalimentación y se encenderá la Luz roja indicadora de condición de falla del quemador. El quemador 1 se visualizará en el HMI Local en “ON” en la Pantalla de *By pass* y Alarma (fuera de operación).

El resto de los quemadores tienen el mismo procedimiento y una vez concluidos todos los permisos de los quemadores, si faltaron uno o más por encender, el operador deberá dirigirse a la Pantalla de ARRANQUE MANUAL en el HMI Local.

La pantalla de ARRANQUE MANUAL es similar al de ARRANQUE SECUENCIAL a diferencia que la primera tiene a un lado del Permiso, una tecla de función con un número que corresponde al quemador. El operador deberá verificar que aparezca el mensaje “SI PUEDE ARRANCAR QUEMADORES” en la Pantalla, si es así, puede intentar arrancar los quemadores fuera de operación. Se deberá repetir esta operación para n+1 quemadores apagados.

#### **4.2.1.1 Controlador Dedicado De Temperatura Tic-240**

Una vez que todos los quemadores hayan encendido (condición ideal), se colocará en operación el controlador dedicado de temperatura (TIC-240) después de cinco (05) minutos aproximadamente. Se iniciará un aumento gradual de la temperatura (Función rampa) para asegurar un arranque suave. Una vez alcanzado el *SetPoint* (Punto de operación deseado del Equipo) el controlador entrara en modulación automática. En caso de que un quemador se apague el dispositivo supervisor de llama automáticamente cerrará el actuador de gas principal evitando salida de gas sin ser quemado.

#### **4.2.1.2 Parada Del Horno**

El calentador puede ser Parado por diferentes razones:

- PARADA NORMAL,
- PARADA DE EMERGENCIA

- PARADA POR RUPTURA O FALLAS DE TUBOS

PARADA NORMAL: En una parada normal se sigue el procedimiento inverso de la operación de puesta marcha. El PLC disminuye el valor del *SetPoint* del controlador de temperatura TIC-240 hasta un valor 100 grados *Fahrenheit* por debajo de la temperatura normal de Operación, una vez alcanzado este valor se apagan los quemadores, continuándose la circulación de carga hasta que se enfríe el calentador hasta 200 Grados *Fahrenheit* (93 Grados Centígrados) por debajo del Punto de Operación.

En caso que el PLC no pueda variar el *SetPoint* del controlador dedicado de temperatura TIC-240 por problemas de conexión eléctrica, el apagado del Horno puede llevarse a cabo siguiendo el procedimiento anteriormente descrito en forma manual.

Una vez que el calentador disminuya su temperatura hasta los 200 Grados *Fahrenheit* por debajo de Punto normal de operación, se cerrará la circulación de crudo a través de los tubos y se introducirá seguidamente vapor en los tubos mediante una línea de vaporización (Si esta disponible) durante por lo menos una (01) hora y después se revisará el drenaje de salida para ver si tiene aceite.

PARO DE EMERGENCIA: El sistema de control producirá un Paro de Emergencia durante cualquier perturbación del funcionamiento del Horno (Revisión de seguridad). Cualquier señal de los interruptores (protecciones) que se dispare desactivara el Bit interno de consentimiento de arranque en la lógica escalera del PLC causando un Paro instantáneo del calentador.

Si se necesita una parada debido a una emergencia diferente a una perturbación del Horno, se apagarán todos los quemadores y se cierra la circulación del crudo, introduciendo vapor simultáneamente en los tubos. Se continúa la vaporización hasta que la temperatura de salida descienda hasta la temperatura del vapor.

PARADA POR RUPTURA O FALLA DE TUBOS: En el caso de una rotura de tubos, se apaga el fuego y se detiene la circulación del crudo, introduciendo al mismo tiempo vapor en los tubos. Se abre el vapor de aspiración hacia la cámara de combustión para extinguir el fuego y enfriar la instalación.

#### **4.2.1.3 Especificaciones Del Sistema**

Consiste en instalar, configurar y programar un PLC-5/30 que se encuentra disponible en la estación. Este PLC consta de un chasis de 12 slots, una fuente de 120 V AC, un *PanelView*, tarjetas analógicas de entrada y salida y tarjetas discretas de entrada y salida en cantidades suficientes. El sistema propuesto le permitirá al operador poder arrancar el horno de manera segura ya que podrá leer con exactitud todos los parámetros del horno y podrá saber exactamente porque se paró el horno en caso de que se presentase esta situación. Análogamente, se podrá saber porque el horno no arranca en un determinado momento.

Por otro lado el control de temperatura será más eficiente ya que el controlador *HONEYWELL* dedicado hará uso del algoritmo de control PID que le permitirá al operador controlar la temperatura de salida del horno de forma más robusta.

## 4.2.2 Descripción De Nueva Filosofía De Operación Para Encender El Horno H1

### 4.2.2.1 Información General

- a) Este es un sistema diseñado para controlar quemadores de pilotos intermitentes.
- b) La secuencia de arranque del horno se inicia de forma local y siguiendo las etapas descritas a continuación:
  - Energización del Sistema: Consta de la energización del panel o desenergización en caso de una parada de emergencia.
  - Prueba de Lámparas: Consta de la energización de todas las lámparas del panel para comprobar el buen estado de las mismas.
  - Permisivos de Encendido: Consta de la verificación y cumplimiento de todos los permisivos para consentimiento de arranque del horno.
  - Inicio de Purga: Consiste en el cierre de válvula de gas principal de piloto y quemadores y la apertura de las válvulas de venteo de piloto y quemadores.
  - Encendido de Piloto: Consiste en la selección de los pilotos y quemadores que se desean encender y el proceso de encendido de cada uno de los pilotos.
  - Encendido de Quemadores: Consiste en el encendido de cada uno de los quemadores seleccionados.
  - Apagado de Quemadores: Consiste en el reset individual de cada quemador.
  - Apagado del Horno: Consiste en cada una de las condiciones que activan que todos los quemadores sean apagados.



#### **4.2.2.2 Energización Del Sistema**

La lámpara PANEL ENCENDIDO esta encendida indicando que el interruptor ENCENDIDO ON/OFF se encuentra en posición ON y no se ha activado el pulsador de PARO DE EMERGENCIA.

#### **4.2.2.3 Prueba De Lámparas**

Todas las lámparas del sistema pueden ser probadas para verificar su funcionamiento. La prueba de lámparas podrá ser ejecutada presionando el pulsador PRUEBA DE LAMPARAS.

#### **4.2.2.4 Permisivos De Encendido**

- a) Con los siguientes permisos satisfechos la lámpara CONSENTIMIENTO DE ARRANQUE se encenderá:
- No hay baja presión en línea principal de gas (PSL-123).
  - No hay baja presión de gas a piloto (PSL-124).
  - No hay alta presión de gas a quemadores (PSH-123).
  - No hay alta presión de gas a Instrumentos (PSH-125).
  - No hay alta presión de gas a piloto (PSH-124).
  - No hay baja presión de gas de instrumento (PSL-125).
  - No hay bajo Flujo de Crudo (FSL-120).
  - No hay paro por Alta Temperatura en Chimenea (TSHH-120), Entrada de crudo (TSHH-122), Salida De crudo (TSHH-121).
  - No hay falla de Encendido.
  - No se está efectuando Purga del horno.
  - No hay ningún quemador encendido.

Si alguno de los permisivos antes nombrados no son satisfechos, la lámpara de CONSENTIMIENTO DE ARRANQUE no encenderá. Se deberá llamar al personal de mantenimiento operacional para solventar la falla y poder iniciar nuevamente el arranque del horno.

Una vez reestablecidas todas las condiciones de proceso, el operador debe activar el RESET DEL PANEL, eliminando el enclavamiento de cualquiera de los relés que activan los permisivos.

Si todos los permisivos son satisfechos, la lámpara de CONSENTIMIENTO DE ARRANQUE encenderá, teniendo de esta forma todas las condiciones de proceso necesarias para el encendido de pilotos y quemadores.

Una vez que un quemador sea encendido y las condiciones de proceso se mantengan, el CONSENTIMIENTO DE ARRANQUE permanecerá activo pero la lámpara será desactivada.

#### **4.2.2.5 Mínimo Flujo De Gas**

Mientras el interruptor de alta presión a quemadores (PSH-125) se mantenga en condición normal (sin activar), se mantendrá la condición de MINIMO FLUJO DE GAS para arranque seguro, la cual será indicada a través de la lámpara MINIMO FLUJO DE GAS. Esta condición forma parte de los permisivos para CONSENTIMIENTO DE ARRANQUE del horno y una vez cumplido el arranque y la condición de MINIMO FLUJO DE GAS ya no sea necesaria esta condición se desactivará para el resto de la operación del sistema.

#### **4.2.2.6 Inicio De Purga**

Mientras no se active el CONSENTIMIENTO DE ARRANQUE, y aún no se haya efectuado la purga del horno el Panel de control iniciará la purga de piloto y quemadores, cerrando las válvulas de Bloqueo de gas a piloto (SDVP-133 y SDVP-132) y válvulas de bloqueo de gas a quemadores (SDVQ-132 y SDVQ-133), abriendo la válvula de venteo de gas piloto (SDVV-143A) y válvula de venteo de gas a quemadores (SDVQ-143).

Durante el tiempo que se mantenga la condición de purga se observará en el panel de control, la lámpara HORNO PURGANDO. Este tiempo se encuentra configurado en el temporizador T002 (120 seg).

#### **4.2.2.7 Encendido De Pilotos**

Seleccione el arranque AUTOMATICO/MANUAL para permitir:

- MODO AUTOMATICO, el PLC le indique al controlador de llama la secuencia de encendido de los quemadores seleccionados a través del interruptor ENCENDIDO DE QUEMADOR.
- MODO MANUAL, el operador disponga de la secuencia de encendido de los quemadores seleccionados a través del interruptor ENCENDIDO DE QUEMADOR.
- Si el selector se coloca en la posición AUTOMATICO se podrá observar la lámpara PANEL EN AUTOMATICO.

Colocar en ON el interruptor correspondiente a ENCENDIDO DE QUEMADOR del quemador que se desea encender (En caso de MODO MANUAL el

operador debe ir activando este interruptor en la secuencia que desea encenderlos) o los quemadores que se desean encender (para el caso MODO AUTOMATICO en el cual el PLC seleccionará la secuencia de encendido).

Los pilotos se arrancan individualmente como parte de la secuencia de cada quemador. Las siguientes condiciones deben ser satisfechas para comenzar el ARRANQUE DE SECUENCIA:

- CONSENTIMIENTO DE ARRANQUE.
- PURGA COMPLETA.

Presione el pulsador AUTO ARRANQUE para iniciar la secuencia.

Con todas las condiciones dadas se energizan las solenoides de las válvulas de bloqueo y venteo de pilotos, permitiendo abrir las válvulas SDVP-132 y SDVP-133 y cerrar la válvula de venteo de piloto SDVV-143A.

Una vez iniciada la secuencia se activa el TEMPORIZADOR DE INICIO (10 seg) y TEMPORIZADOR DE ESTABILIZACION (30seg) que permiten que se mantenga activo el CONSENTIMIENTO DE ARRANQUE, mientras se estabiliza la presión de gas a piloto y quemadores durante el arranque.

Una vez que culminan los 30 seg del TEMPORIZADOR DE SECUENCIA permitirá la estabilización del sistema en la apertura de las válvulas principales a pilotos para que una vez culminados estos 30 seg. Se activa el TEMPORIZADOR DE ARRANQUE (120 seg), lo cual abre una ventana de tiempo para que el o los controladores de llama de los quemadores seleccionados completen el encendido de piloto y quemador antes de activar el rele de FALLA DE ENCENDIDO.

Una vez culminado el tiempo de 120 seg del TEMPORIZADOR DE SECUENCIA, el modulo de Control de llama es energizado y entra en la secuencia “INICIO”, la cual tiene una duración de 10 seg, durante este tiempo se registra las variaciones de voltaje y fluctuaciones de frecuencia las cuales deben estar comprendida en un rango de +/- 10%. Si las tolerancia de voltaje y frecuencia no se mantiene se inicia una condición “MANTENIDO” la cual permanece por 4 min. Durante este tiempo ya se ha activado el rele de FALLA DE ENCENDIDO. Si las condiciones de voltaje y frecuencia se mantienen dentro de una variación de +/- 10% el controlador de llama pasa a su próximo estado “ESPERA” en la cual el controlador de llama reconoce a la entrada la llamada de encendido del quemador.

El modulo control de llama verifica que la llama no existe y procede a la prueba de encendido. Si esta presente una llama, el modulo permanece en modo “ESPERA”.

Durante la prueba de encendido de piloto y quemador el modulo envía el comando para abrir la válvula solenoide del piloto o los pilotos seleccionados (SVP-122 a SVP-129) y se activa el transformador de ignición de piloto (YE-122 a YE129). Pasando luego al encendido de quemador.

#### **4.2.2.8 Encendido De Quemadores**

Una vez que el controlador de llama envía los comandos correspondientes al encendido de piloto (pto. 4.2.7), transcurre un tiempo de 10 seg en el cual el detector de llama debe comprobar llama. Una vez que comprueba la llama, la ignición se desenergiza y se energiza la válvula principal del quemador (SVQ-122 a SVQ-129). Si al final de estos 10 seg el detector de llama no comprueba la existencia de llama, ocurre un bloqueo de seguridad y se activa la lámpara ALARMA QUEMADOR.

Una vez que el modulo de control de llama ha enviado el comando de apertura de la válvula del quemador (SVQ-122 a SVQ-129), el panel de control envía el comando de apertura de las válvulas de bloqueo de gas a quemador (SDVQ-132 y SDVQ-133) y cierre de la válvula de venteo de gas a quemador (SVVQ-143). En este momento el operador debe dirigirse a la válvula SVDQ-132 y realizar el desbloqueo mecánico de la misma

Cuando la válvula de bloqueo de gas a quemadores SDVQ-132 se encuentre abierta se observará la lámpara VÁLVULA ABIERTA, completándose exitosamente la secuencia de encendido de quemadores.

#### **4.2.2.9 Apagado De Quemadores.**

Una vez que los quemadores estén encendidos, el operador puede apagar los quemadores de manera individual, colocando el selector de encendido de quemador en OFF.

#### **4.2.2.10 Parada Del Horno.**

El horno puede ser parado por incumplimiento de cualquiera de los permisos que condicionan el CONSENTIMIENTO DE ARRANQUE (Pto. 4.2.4).

El horno puede ser parado por falla de arranque de piloto (4.2.7).

El horno puede ser parado por la activación del pulsador PARO DE EMERGENCIA.

#### **4.2.2.11 Control De Temperatura**

El sistema posee un controlador de temperatura dedicado que puede operar en manual o en modulación automática dependiendo del estado del selector de CONTROLADOR MANUAL – MODULANDO. Adicionalmente si el panel se encuentra en AUTOMATICO y el controlador en MODULANDO, se esperará hasta que estén encendidos al menos 4 quemadores para que se proceda con el control automático de la temperatura al SET POINT asignado por el Operador

#### **4.2.2.12 Menús Del Panelview**

Cuando se energiza el sistema se podrá observar en el PanelView la pantalla de presentación y después de presionar la tecla indicada en botón de esa pantalla aparecerá el menú principal con las siguientes opciones:

- Diagrama del Horno.
- Alarmas de Proceso.
- Secuencia de Encendido.
- Modulación de Temperatura.
- Alarmas del sistema.
- Historial de Alarmas.
- Procedimiento de Encendido.
- Información Sobre el Sistema.

Diagrama General del Horno: se mostrará en forma grafica el proceso de apertura y cierre de válvula, encendido de pilotos y quemadores.

Alarmas de Proceso: se indicará entre otras alarmas cada una de las señales que indican un estado de alerta del proceso y que puedan generar una parada del Horno.

Secuencia de Encendido: Se podrá observar en este menú, la selección de quemadores que se desea encender, cantidad de reintentos de encendido de los quemadores y cada una de las etapas de encendido del horno:

- Purga del Horno
- Consentimiento de Arranque.
- Encendido de Pilotos.
- Encendido de Quemadores.

Modulación de Temperatura: Consta de un controlador que indica cuando el PLC verifica la existencia de cuatro quemadores encendidos, para dar inicio a la modulación y activar la lámpara rampa activa.

Alarmas del Sistema: Se indicarán las alarmas inherentes al sistema de monitoreo (PLC) e Interface Hombre Maquina.

Historial de Alarmas: Se basa en archivar en una lista todas las primeras alarmas que ocurran en el proceso.

Procedimientos de Encendido: Se encarga de mostrarle al operador los pasos para encender el horno en automático y en manual.

Información del Sistema: Esta basada en mostrar todos los pasos para el encendido del horno.



### 4.2.3 Nuevos Procedimiento Para El Encendido Del Horno H1



**Figura N° 4.6:** Vista Externa Panel de Encendido del Horno H1 basado en PLC.

**Fuente:** Escalona R., J (2007)



**Figura N° 4.7:** Vista Interna Panel de Encendido del Horno H1 basado en PLC.

**Fuente:** Escalona R., J (2007)

#### **4.2.3.1 Modo Automático**

1. Mueva el selector PANEL OFF ON a la posición ON, se encenderá la lámpara que indica PANEL ENCENDIDO.
2. Coloque el panel en automático con el selector PANEL MAN AUTO y asegúrese de que todos los selectores de los quemadores estén en la posición ON.
3. Presione el pulsador PRUEBA DE LAMPARAS para verificar que todas las lámparas enciendan correctamente.
4. Presione el pulsador RECONOCER ALARMAS para desactivar las alarmas presentes en el sistema.
5. Presione el pulsador PANEL RESET para resetear el panel y verifique si existe alarma, en caso de existir corríjala y pulse de nuevo.
6. El comienzo de la secuencia se indicará activando la lámpara HORNO PURGANDO.
7. Al finalizar el tiempo de purga se encenderá la lámpara indicando PURGA COMPLETA.
8. Si las condiciones operacionales están dadas se activa la lámpara CONSENTIMIENTO DE ARRANQUE.
9. Presione el pulsador SECUENCIA DE ENCENDIDO y comenzará la secuencia.

10. Al encender la lámpara ABRIR VALVULA SDVQ-132, diríjase a abrir manualmente la válvula SDVQ-132 y verifique que encienda la lámpara VALVULA ABIERTA SDVQ-132.
11. Verifique el encendido secuencial de los quemadores, si alguno indica falla presione el pulsador de QUEMADOR# xx RESET del quemador correspondiente.
12. Luego de encenderse un total de 4 quemadores, el TIC140 (Indicador y Controlador de Temperatura) comenzará su proceso de MODULACION DE TEMPERATURA.

#### **4.2.3.2 Modo Manual**

1. Mueva el selector PANEL OFF ON a la posición ON, se encenderá la lámpara que indica PANEL ENCENDIDO.
2. Coloque el panel en manual con el selector PANEL MAN AUTO en y coloque los selectores de los quemadores que desee encender en la posición ON.
3. Presione el pulsador PRUEBA DE LAMPARAS para verificar que todas las lámparas enciendan correctamente.
4. Presione el pulsador RECONOCER ALARMAS para desactivar las alarmas presentes en el sistema.
5. Presione el pulsador PANEL RESET para resetear el panel y verifique si existe alarma, en caso de existir corríjala y pulse de nuevo.

6. El comienzo de la secuencia se indicará activando la lámpara HORNO PURGANDO.
7. Al finalizar el tiempo de purga se encenderá la lámpara indicando PURGA COMPLETA.
8. Si las condiciones operacionales están dadas se activa la lámpara CONSENTIMIENTO DE ARRANQUE.
9. Presione el pulsador SECUENCIA DE ENCENDIDO y comenzará la secuencia.
10. Al encender la lámpara ABRIR VALVULA SDVQ-132, diríjase a abrir manualmente la válvula SDVQ-132 y verifique que encienda la lámpara VALVULA ABIERTA SDVQ-132.
11. Verifique el encendido simultaneo de los quemadores, si alguno indica falla presione el pulsador de QUEMADOR# xx RESET del quemador correspondiente.
12. Ubique el selector de MODULACIÓN TEMPERATURA en el panel de control y seleccione el tipo de modulación que desea (MANUAL o AUTOMATICA).

### **4.3 Elaborar La Programación Del Plc 5/30 Para El Control Del Horno H1.**

#### **4.3.1 Característica Del PLC 5/30 Para El Proyecto.**

Es un autómata modular, cuyo modelo dispone de un chasis de 12 slot donde se insertaran los módulos de E/S. Dichos módulos de se distribuyen de la siguiente manera:

- Un módulo de entrada analógica de 4 a 20 miliamperios, el cual contiene 16 canales.
- Siete módulos de entrada discreta a 24 voltios DC, contentivos de 16 puntos cada uno.
- Dos módulos de salida discreta de 0 a 60 voltios DC, contentivos de 16 puntos cada uno.

A continuación se describen brevemente cada uno de los componentes del PLC 5/30:

##### **4.3.1.1 Chasis 1771-A3b.**

Es un chasis de doce (12) slots y es el encargado de alberga al CPU, fuente de alimentación, módulos de comunicación y de entrada/salida diversos, asegurándolos, mecánica y eléctricamente, y permitiendo la comunicación de los diversos módulos con el CPU a través de su bus.

A continuación se muestra la **Figura N° 4.8** donde se puede apreciar la apariencia física del chasis del PLC-5



**Figura N° 4.8:** Apariencia Física del Chasis PLC-5

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

#### 4.3.1.2 Cpu.

Es la unidad central de procesamiento y posee las siguientes especificaciones:

- Soporta programación por *ladder Logic*, *SFC (Sequential Function Chart)* y texto estructurado.
- Puerto DH+ para programación y comunicación par a par.
- Puerto serial configurable RS-232-C/422-A/423-1 para programación, *displays ASCII*.
- Cualquier ordenador personal puede conectarse al PLC 5/30 a través de
- los adaptadores RS-232 y RS-422.



**Figura N° 4.9:** Vista Frontal y Lateral del PLC-5/30

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

#### 4.3.1.3 Fuente De Alimentación.

Posee una fuente de alimentación que se encarga de alimentar todos los módulos conectados en el chasis.



**Figura N° 4.10:** Vista Frontal y Lateral de Fuente de Alimentación PLC-5

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

El módulo de fuente de alimentación tiene un led indicador verde, este indica las condiciones de operación del módulo y puede ser usado para diagnosticar fallas del mismo.

#### **4.3.1.4 Módulo De Entrada Analógica (1771-Ifec)**

El módulo de entrada analógica es un módulo de transferencia de bloques programable que acopla señales de entrada analógica con cualquier controlador programable de *Allen-Bradley* que tenga capacidad de transferencia por bloques. La programación de transferencia por bloques transfiere palabras de datos de entrada desde la memoria del módulo hasta un área designada en la tabla de datos del procesador en una sola exploración. También transfiere palabras de configuración de la tabla de datos del procesador a la memoria del módulo.

El módulo de entrada es un módulo de una sola ranura y no requiere fuente de alimentación externa.

Las características de este módulo incluyen:

- 16 entradas simples u 8 entradas diferenciales en una tarjeta
- Muestreo de tiempo real seleccionable
- Escalado seleccionable a unidades de ingeniería
- Filtro digital seleccionable
- Formatos de datos seleccionables



**Figura N° 4.11:** Vista Frontal y Lateral del Módulo de Entrada Analógica 1771-IFE/C

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

#### **4.3.1.5 Módulo De Entrada Discreta (1771-Ibd).**

El sistema contiene siete (7) módulos de esta tipo para recibir el estatus de cada uno de los dispositivos digitales que se encuentran en campo. A continuación se muestra la apariencia del módulo:





**Figura N° 4.12:** Vista Frontal y Lateral del Módulo de Entrada Discreta 1771-IBD

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

#### 4.3.1.6 Módulo De Salida Discreta (1771-Obd)

El sistema posee dos (2) módulos de esta tipo para enviar el comando de activación hacia los instrumentos que se encuentran en el horno. A continuación se muestra la apariencia de módulo:



**Figura N° 4.13:** Vista Frontal y Lateral del Módulo de Salida Discreta 1771-OBd

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

#### 4.3.2 Desarrollo De Gráficos Funcionales De Secuencia Para Controlar El Encendido Del Horno H1.

Este lenguaje es un método de representación de sistemas secuenciales y concurrentes definidos por unos elementos gráficos y unas reglas de evolución que reflejan la dinámica del comportamiento de un proceso dado. El GRAFCET se basa en que todo automatismo secuencial se puede estructurar en una serie de etapas que

representan a estados o sub-estados del sistema, en los cuales se realizan una o más acciones y transiciones, que son las condiciones que deben darse para pasar de una etapa a otra.

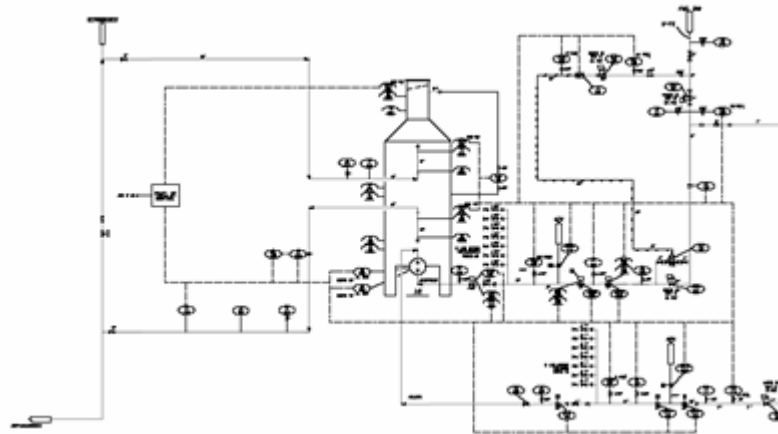
La filosofía básica del GRAFCET es la siguiente:

- a. Un proceso secuencial se divide en las llamadas etapas, las cuales representan los estados por los que va atravesando el sistema.
- b. En un primer momento, el sistema arranca a funcionar desde la llamada etapa inicial.
- c. Cada etapa tiene asociadas unas acciones, es decir, unas órdenes emitidas por el controlador hacia los actuadores. Estas acciones son las responsables directas de que el sistema adopte el comportamiento deseado.
- d. El sistema sólo abandona la etapa en la que se encuentra, cuando se satisface una determinada condición booleana, a la cual se le da el nombre de transición.

Una vez satisfecha la transición, el sistema pasa a otra etapa que, a su vez, se verá superada cuando se satisfaga una nueva transición.

En esta etapa se desarrollaron los diferentes niveles del grafcet, basados en la nueva filosofía de operación, los nuevos procedimientos de encendido y las características del hardware (PLC) descritas en este capítulo. Cada uno de estos niveles constituyen el punto de partida para diseñar la programación del PLC que controlará el encendido del horno H1, cuya función principal es elevar la temperatura del crudo a 160 grados *Fahrenheit*, con el fin de que este pueda desplazarse cómodamente por el poliducto. Este horno está compuesto por ocho (8) pilotos e igual cantidad de quemadores, que deben cumplir una serie de condiciones para ser encendidos.

El sistema proporciona dos modalidades de encendido, la manual donde el operador debe indicarle el cambio de etapa al PLC y la automática donde el PLC se encargara de verificar el cambio de etapa por si mismo, para lograr el encendido de piloto y quemador. En caso de estar encendido los pilotos y quemadores podrán ser apagados manualmente cuando el operador presione el pulsador de parada y automáticamente cuando haya alguna anomalía en los permisos que se necesitan para el encendido. A continuación se muestra la **Figura N° 4.14** donde se puede apreciar el horno H1 con su instrumentación asociada.

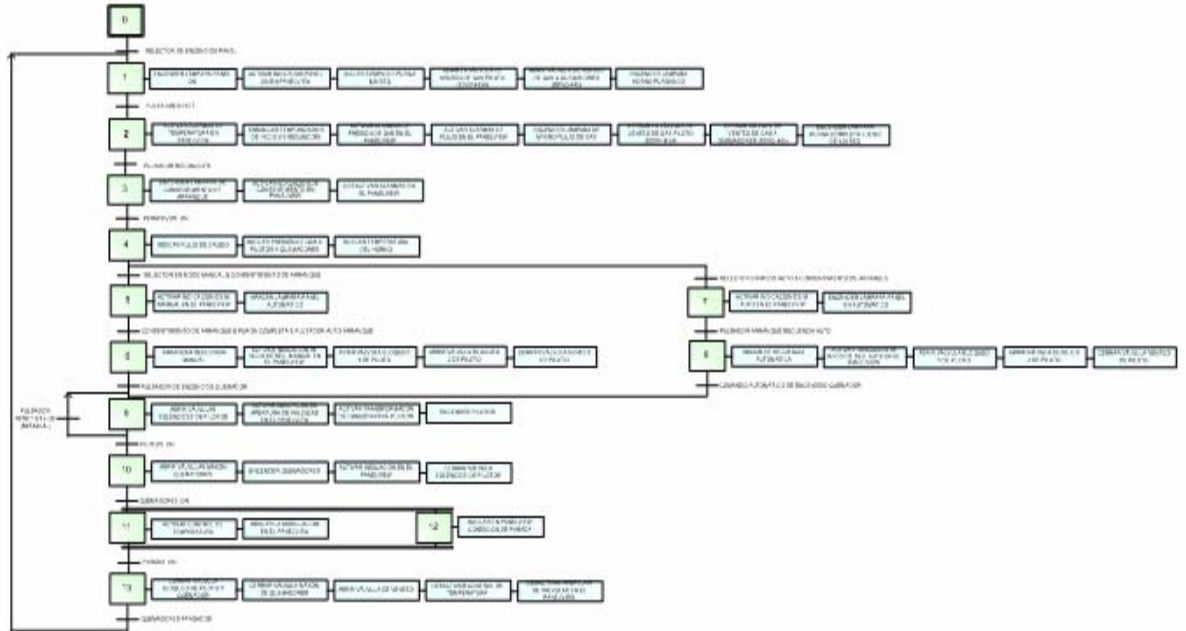


**Figura N° 4.14:** Esquema del Horno H1 con Instrumentación Asociada.

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

A continuación, podemos observar el graficet de **Nivel I** realizado a partir de las especificaciones descritas anteriormente. En este primer nivel de graficet se describe de forma global el proceso para poder ver rápidamente sus funciones. Por lo tanto, no será más que la estructura de unas especificaciones funcionales, en las cuáles no habrá ninguna referencia tecnológica.

GRAFICO DE NIVEL 1



Este proyecto será desarrollado en diagrama de escalera ó esquema de contactos que consiste en una línea vertical a la izquierda que se llama “barra de bus” y de líneas paralelas que parten de ella denominadas “líneas de instrucción”. En las líneas de instrucción se colocan los relés ó contactos, que pueden corresponder con estados del sistema ó con condiciones de ejecución. Las combinaciones lógicas de estos contactos determinan cuándo y cómo se ejecutan las instrucciones del esquema, situadas al final de las líneas de instrucción. Todos los contactos, a efectos de programación, llevan asignados una dirección de bit. Las entradas analógicas de nuestro PLC se representan por las palabras comprendidas entre N10:4 – N10:19, las entradas discretas por los bits I:001/0 –I:001/17, I:002/0 –I:002/17, I:003/0 – I:003/17, I:004/0 –I:004/17, I:005/0 –I:005/17, I:006/0 –I:006/17, I:007/0 –I:007/17 y

I:008/0 –I:008/17, las salidas por los bits O:011/0 – O:011/17 y O:012/0 – O:012/17 y los demás bits utilizados en nuestro programa corresponden a variables de memoria internas del PLC. Toda contacto del diagrama de relés está ON u OFF dependiendo del estado del bit operando asignado. Una condición normalmente abierta está en ON si el bit asignado está en ON, y en OFF si el bit asignado está en OFF. Una condición normalmente cerrada está en ON si el bit asignado está en OFF, y en OFF si el bit asignado está en ON.

En todo caso, antes de proceder a la realización del programa en el diagrama de escalera, es conveniente realizar el graficet de **Nivel III**, ya que en él quedaran definidas las etapas (estados), receptividades (entradas) y acciones (salidas) que permitirán la automatización y el control del proceso. Para la realización de este graficet tenemos que partir del graficet de nivel realizado anteriormente, teniendo en cuenta que la asignación de entradas y salidas es la que aparece en las siguientes tablas:

**Tabla N° 4.1:** Asignación de entradas y salidas

DESCRIPCION	DIRECCION
SELECTOR DE ENCENDIDO	I:010/0
PULSADOR RESET	I:002/13
PULSADOR RECONOCER	I:002/14
PERMISIVOS_ON (CONSENTIMIENTO DE ARRANQUE)	I:010/3
SELECTOR MODO MANUAL O AUTOMATICO	I:002/15
CONSENTIMIENTO DE ARRANQUE	I:010/3
PURGA COMPLETA	I:010/5
PULSADOR ARRANQUE	I:002/16
PULSADOR RESET QUEMADOR 1 (pulsador arranque quemador)	I:003/0
PULSADOR RESET QUEMADOR 2 (pulsador arranque quemador)	I:003/7
PULSADOR RESET QUEMADOR 3 (pulsador arranque quemador)	I:004/0
PULSADOR RESET QUEMADOR 4 (pulsador arranque quemador)	I:004/7
PULSADOR RESET QUEMADOR 5 (pulsador arranque quemador)	I:005/0
PULSADOR RESET QUEMADOR 6 (pulsador arranque quemador)	I:005/7
PULSADOR RESET QUEMADOR 7 (pulsador arranque quemador)	I:006/0
PULSADOR RESET QUEMADOR 8 (pulsador arranque quemador)	I:006/7
PILOTO 1 ON	I:003/2
PILOTO 2 ON	I:003/11
PILOTO 3 ON	I:004/2
PILOTO 4 ON	I:004/11
PILOTO 5 ON	I:005/2
PILOTO 6 ON	I:005/11
PILOTO 7 ON	I:006/2
PILOTO 8 ON	I:006/11
QUEMADOR 1 ON	I:003/3
QUEMADOR 2 ON	I:003/12
QUEMADOR 3 ON	I:004/3
QUEMADOR 4 ON	I:004/12
QUEMADOR 5 ON	I:005/3
QUEMADOR 6 ON	I:005/12
QUEMADOR 7 ON	I:006/3
QUEMADOR 8 ON	I:006/12
PARADA ON	I:010/17
PARADA POR TEMPERATURA 1	I:002/6
PARADA POR TEMPERATURA 2	I:002/7
PARADA POR TEMPERATURA 3	I:002/10
QUEMADOR 1 APAGADO	I:003/3
QUEMADOR 2 APAGADO	I:003/12
QUEMADOR 3 APAGADO	I:004/3

Fuente: Escalona R., J (2008)

Tabla N° 4.1.1: Asignación de entradas y salidas

DESCRIPCION	DIRECCION
QUEMADOR 4 APAGADO	I:004/12
QUEMADOR 5 APAGADO	I:005/3
QUEMADOR 6 APAGADO	I:005/12
QUEMADOR 7 APAGADO	I:006/3
QUEMADOR 8 APAGADO	I:006/12
COMANDO AUTOMATICO DE ARRANQUE DESDE PLC PARA Q1	O:012/0
COMANDO AUTOMATICO DE ARRANQUE DESDE PLC PARA Q2	O:012/1
COMANDO AUTOMATICO DE ARRANQUE DESDE PLC PARA Q3	O:012/2
COMANDO AUTOMATICO DE ARRANQUE DESDE PLC PARA Q4	O:012/3
COMANDO AUTOMATICO DE ARRANQUE DESDE PLC PARA Q5	O:012/4
COMANDO AUTOMATICO DE ARRANQUE DESDE PLC PARA Q6	O:012/5
COMANDO AUTOMATICO DE ARRANQUE DESDE PLC PARA Q7	O:012/6
COMANDO AUTOMATICO DE ARRANQUE DESDE PLC PARA Q8	O:012/7
RESET QUEMADOR (SI FALLA) (PULSADOR REARRANQUE DE QUEMADOR Q1)	I:011/0
RESET QUEMADOR (SI FALLA) (PULSADOR REARRANQUE DE QUEMADOR Q2)	I:011/1
RESET QUEMADOR (SI FALLA) (PULSADOR REARRANQUE DE QUEMADOR Q3)	I:011/2
RESET QUEMADOR (SI FALLA) (PULSADOR REARRANQUE DE QUEMADOR Q4)	I:011/3
RESET QUEMADOR (SI FALLA) (PULSADOR REARRANQUE DE QUEMADOR Q5)	I:011/4
RESET QUEMADOR (SI FALLA) (PULSADOR REARRANQUE DE QUEMADOR Q6)	I:011/5
RESET QUEMADOR (SI FALLA) (PULSADOR REARRANQUE DE QUEMADOR Q7)	I:011/6
RESET QUEMADOR (SI FALLA) (PULSADOR REARRANQUE DE QUEMADOR Q8)	I:011/7
ENCENDER LAMPARA PANEL ON	O:011/0
ACTIVAR INDICADOR PANEL ON EN PANELVIEW	B3:6/0
INICIAR TIEMPO DE PURGA 120 SEG	T4:0
ABRIR VALVULA DE VENTEO DE GAS A PILOTO (SDVV-143A)	O:011/1
ABRIR VALVULA DE VENTEO DE GAS A QUEMADORES (SDVQ-143)	O:011/2
ENCENDER LAMPARA HORNO PURGANDO	O:011/3
ACTIVAR ALARMAS DE TEMPERATURA EN PANELVIEW	B3:0/6 a B3:0/8
ARRANCAR TEMPORIZADOR DE INICIO (10 SEGUNDOS)	T4:1
ACTIVAR ALARMAS DE PRESION DE GAS EN EL PANELVIEW	B3:0/0 a B3:0/5
ACTIVAR ALARMA DE FLUJO EN EL PANELVIEW	B3:0/9
ENCENDER LAMPARA DE MINIMO FLUJO DE GAS	O:011/4
CERRAR VALVULA DE VENTEO DE GAS A PILOTO (SDVV-143A)	O:011/5
CERRAR VALVULA DE VENTEO DE GAS A QUEMADORES (SDVQ-143)	O:011/6
ENCENDER LAMPARA PURGA COMPLETA LUEGO DE 120 SEG	O:011/7
ENCENDER LAMPARA DE CONSENTIMIENTO DE ARRANQUE	O:011/10
DESACTIVAR ALARMAS EN EL PANELVIEW	N7:20/0
INDICAR VARIABLES DE PROCESO EN EL PANELVIEW	F8:1 a F8:6
ACTIVAR INDICACION DE CONSENTIMIENTO EN PANELVIEW	B3:6/8

Fuente: Escalona R., J (2008)

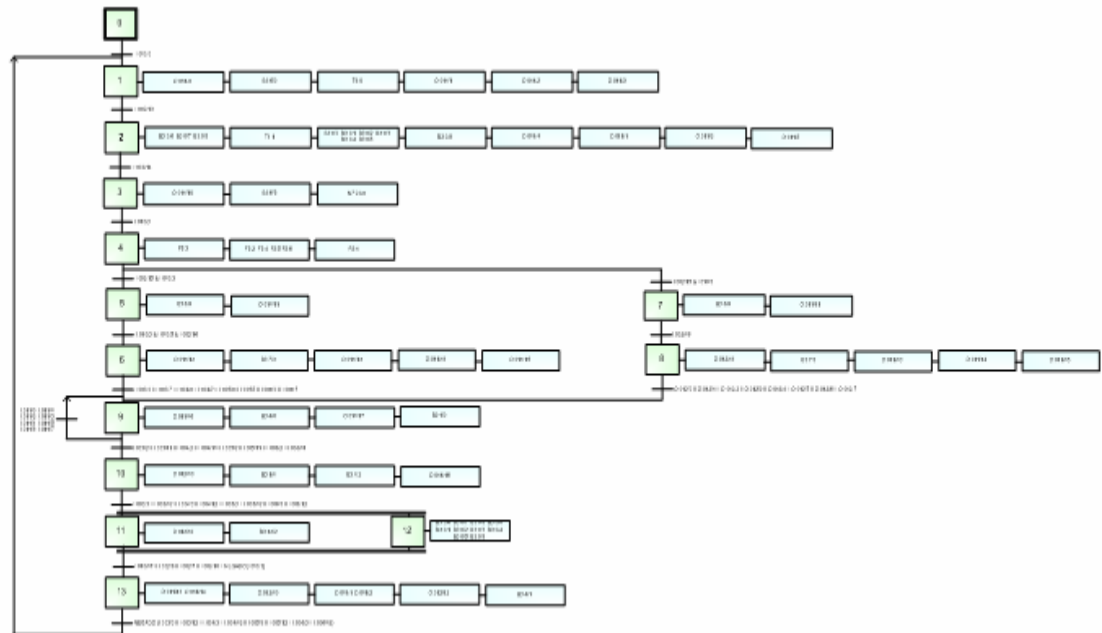
**Tabla 4.1.2:** Asignación de entradas y salidas

DESCRIPCION	DIRECCION
ACTIVAR INDICACIÓN DE M. MANUAL EN EL PANELVIEW	B3:6/9
APAGAR LAMPARA PANEL EN AUTOMATICO	O:011/11
ARRANCAR SECUENCIA	O:011/12
ACTIVAR INDICACION DE INICIO DE SECUENCIA EN EL PANELVIEW	B3:7/3
ABRIR VALVULA BLOQUEO 1 DE PILOTO	O:011/13
ABRIR VALVULA BLOQUEO 2 DE PILOTO	O:011/14
CERRAR VALVULA VENTEO 1 DE PILOTO	O:011/15
ABRIR VALVULAS SOLENOIDES DE PILOTO	O:011/16
ACTIVAR INDICACIÓN DE APERTURA DE VALVULA EN EL PANELVIEW	B3:4/0
ACTIVAR TRANSFORMADOR IGNICION PILOTO	O:011/17
ENCENDER PILOTO	B3:1/0
ABRIR VALVULA MAXON QUEMADOR	O:012/10
ENCENDER QUEMADOR	B3:1/1
ACTIVAR INDICACIÓN EN EL PANELVIEW	B3:1/2
CERRAR VALVULA SOLENOIDE DE PILOTO	O:011/16
ACTIVAR INDICACION EN EL PANELVIEW	B3:1/3
ACTIVAR CONTROL DE TEMPERATURA	O:012/12
INDICAR LA MODULACION EN EL PANELVIEW	B3:12/2
CERRAR VALVULA BLOQUEO DE PILOTO Y QUEMADOR	O:011/13 O:011/14
DESACTIVAR APERTURA DE VALVULAS EN EL PANELVIEW	B3:4/1
CERRAR VALVULA MAXON DE QUEMADORES	O:012/10
ABRIR VALVULA DE VENTEO	O:011/1 O:011/2
DESACTIVAR CONTROL DE TEMPERATURA	O:012/12

**Fuente:** Escalona R., J (2008)



### GRAFICET DE NIVEL 3



#### 4.3.3 Programación Y Configuración Mediante *Rslogix5*

*Rslogix5*, es un software de programación para controladores lógicos programables; cuyos derechos reservados pertenecen a la compañía *Rockwell Software*. *Rslogix5* permite realizar programación en escalera, utilizando mnemónicos. Dependiendo del dispositivo periférico, también es posible realizar programación en línea y poner el dispositivo en modo de ejecución (run).

Cuenta además con facilidades para la configuración de diferentes tipos de dispositivo, como módulos de E/S, módulos de interfaz para redes de comunicación *DeviceNet*, etc., que se pueden conectar al controlador lógico programable. Estas características hacen que *Rslogix5*, sea un lenguaje muy flexible para la programación de controladores.

Una rutina realizada en *Rslogix5* se dice que es una escalera, pues esta formado por una sucesión de instrucciones descendentes al igual que una escalera y que se ejecuta en forma cíclica. La ejecución del programa cuenta con tres recorridos para las instrucciones: el primero es el barrido o scan de las instrucciones de entradas, luego el scan de instrucciones de proceso y ejecución y por último se realiza un scan de las salidas.

#### 4.3.3.1 Creación Del Proyecto En Rslogix5

Los pasos seguidos para crear y configurar un el Proyecto fueron los siguientes:

- a) Se selecciono el tipo de procesador y se le dio un nombre, los cuales se pueden apreciar en la siguiente figura:



**Figura N° 4.15:** Ventana de creación de un proyecto

**Fuente:** Programa *Rslogix5* (2005)

- b). Como nombre del proyecto o controlador (*Processor Name*) se eligió “HORNO1”.
- c). El tipo de controlador seleccionado fue el PLC5/30.
- d). Se hizo clic en **OK** y de inmediato apareció la ventana Organizador en el lado izquierdo de la pantalla con el nombre “HORNO1”. **Figura N° 4.16**



**Figura N° 4.16:** Proyecto definido

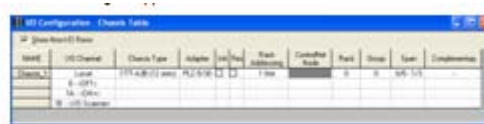
**Fuente:** Programa *Rslogix5* (2005)

- e) A partir de ese momento se tenía el proyecto creado, pero no se había definido ninguna E/S asociada al proyecto, ni realizado tareas de configuración. Además, no había código de ejecución (*ladder*) en el proyecto.

#### 4.3.3.2 Configurando El Chasis

El chasis fue configurado de la siguiente manera:

- a) Doble clic en la opción *I/O Configuration* de la carpeta *Controller* y apareció la ventana de la **Figura N° 4.17**.



**Figura N° 4.17:** Configuración del chasis

**Fuente:** Programa *Rslogix5* (2005)

- b) Clic con el botón derecho del *Mouse* en el campo *Chasis Type* y seleccione la opción *Properties*
- c) Seleccione el chasis 1771-A3B (12 *Slots*) según se muestra en **Figura N° 4.18**.



**Figura N° 4.18:** Opciones Configuración del Chasis

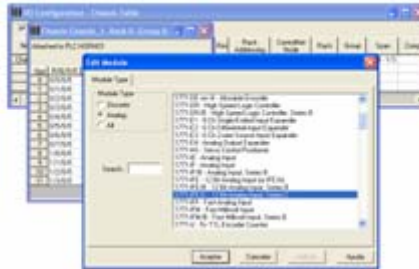
**Fuente:** Programa *Rslogix5* (2005)

- d) Clic en aceptar

#### **4.3.3.3 Configuración Del Módulo De Entrada Analógica.**

Se configuro el módulo de entrada analógico para este controlador, para ello se tuvo un cuidado especial en elegir el módulo (por su referencia, en este caso el 1771-IFE/C) y obtener por inspección el *slot* que ocupa dentro del *backplane* (por ejemplo según el orden en el *backplane*, se debería elegir el *slot* 1). A continuación se muestran los pasos seguidos:

- a) Clic con el botón derecho del *mouse* en el campo *Chasis Type* y seleccione la opción *Display Chassis*
- b) Doble clic en el campo *Module Type* del *Slot* 0.
- c) Se Selecciono en la lista el número de parte 1771-IFE/C correspondiente a la entrada analógica. **Figura N° 4.19**



**Figura N° 4.19:** Configuración módulo analógico de entrada

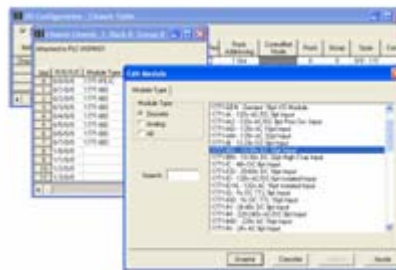
**Fuente:** Programa *Rslogix5* (2005)

#### 4.3.3.4 Configuración De Los Módulos De Entrada Discreta

Se configuraron los siete (7) módulos de entrada discreta para este controlador, para ello se debe tener especial cuidado en elegir el módulo (por su referencia, en este caso 1771-IBD) y obtener por inspección el *slot* que ocupa dentro del *backplane* (por ejemplo según el orden mostrado en el *backplane* de la figura 4.5.4, se debería elegir los *slots* del 1 al 08).

a) Doble clic en el campo *Module Typ*.

b) Se selecciono dentro de las entradas discretas el módulo 1771-IBD. **Figura N° 4.20**



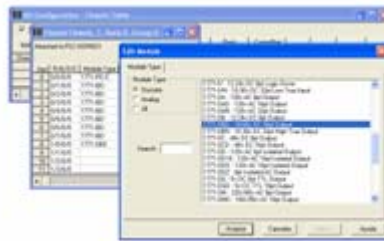
**Figura N° 4.20:** Configuración módulo discreto de entrada

**Fuente:** Programa *Rslogix5* (2005)

#### 4.3.3.5 Configuración De Los Módulos De Salida Discreta

Se configuraron los dos módulos salida discreta para este controlador, para ello se tuvo cuidado en elegir el módulo (por su referencia, en este caso 1771-OBDO) y obtener por inspección el *slot* que ocupa dentro del *backplane* (por ejemplo según el orden mostrado en el *backplane* de la figura 4.2.4, se debería elegir el *slot* 01 y 02 del rack 1).

- a) Doble clic *slot* 1 del rack 1 en el campo *Module Type*
- b) Seleccione dentro de las salidas discretas el módulo 1771-OBDO. **Figura N° 4.21**



**Figura N° 4.21:** Configuración módulo discreto de salida

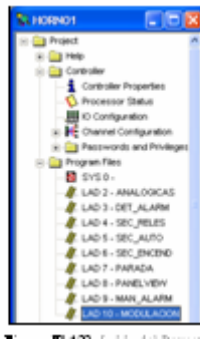
**Fuente:** Programa *Rslogix5* (2005)

#### 4.3.3.6 Creación Y Nombrar Archivos De Programas (Ladder)

Los pasos seguidos para crear y nombrar archivos fueron:

- a) Clic con el botón derecho del *Mouse* en el archivo LAD2 y seleccionar *Properties*. Coloque el nombre para este archivo *ladder* como ANALOGICAS. Coloque en el campo *description* “Programa Principal” y presione *aceptar*. Observe que este nombre es mostrado en la ventana del *Project*.

- b) Clic con el botón derecho del *Mouse* sobre la carpeta *Program Files* y seleccione la opción *New*. En el campo *Number tipe* “3-5” y presione *OK*. Seleccione cada uno de los nuevos programas, LAD3 al LAD9 y renómbrelos con DET\_ALARM, SEC\_RELES, SEC\_AUTO, SEC\_ENCEND, PARADA, PANELVIEW y MAN\_ALARM respectivamente.
- c) Para ello, realícelo a través de la opción *Properties* o *Rename* en la ventana desplegada al hacer clic con el botón derecho del *Mouse* sobre cada archivo.
- d) Crear otro archivo llamado MODULACION (Este será LAD 10). La carpeta de *Program Files* quedará entonces según la figura siguiente:

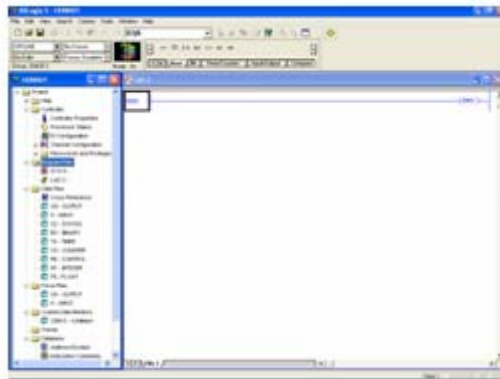


**Figura N° 4.22:** Ladder del Proyecto

**Fuente:** Programa *Rslogix5* (2005)

#### 4.3.3.7 Entorno De Programación

Una vez creado y configurado el proyecto, ya podemos acceder al área de trabajo, también denominado Editor de diagrama de relés.



**Figura N° 4.23:** Entorno de Programación en Lenguaje de Escalera

**Fuente:** Programa *Rslogix5* (2005)

En el **Anexo A** se podrá observar el código implementado sobre el diagrama de escalera a partir del graficet descrito anteriormente.

Cada segmento de código representa un estado, en el cual una vez superadas todas las transiciones en forma de contactos activaremos una bobina. Estas bobinas, más adelante activaran las salidas correspondientes a cada estado del proceso. Como estas salidas se tratan de válvulas de simple efecto, no se tiene que implementar su desactivación o cierre de las mismas, sino que simplemente hay que evitar mantener su salida activa en el estado en que no sea necesario.

Un aspecto a tener en cuenta es que en nuestro proceso, es de que se trata de un proceso secuencial, es decir, que sólo puede haber un estado activo a la vez, por tanto, nos tenemos que asegurar que la activación de un estado provoca la desactivación del estado anterior. Esto se consigue poniendo un contacto cerrado después de las condiciones de transición entre dos estados con el valor de bit correspondiente al siguiente estado. Además, para conseguir que este valor se refresque tenemos que realimentar la activación de la bobina con un contacto de valor correspondiente al estado activado.



### **Modo On-Line**

El modo *On-Line* permite establecer la comunicación con el PLC. Para el estado actual de la lógica.

### **Transferencia del programa**

Una vez realizada la comunicación con el PLC mediante el modo *On-Line* tenemos que transferir el programa creado con el diagrama de relés al PLC.

Para tal efecto, tenemos que seleccionar el icono. Es posible seleccionar las partes del programa a transferir.

### **Verificación del programa**

El chequeo del programa se realiza durante la compilación. Los posibles errores o avisos se muestran en la ventana de salida.

Haciendo doble clic sobre el error, el cursor se posiciona en rojo sobre la instrucción o parte del programa que tiene el error.

En todo caso, la compilación se realiza automáticamente antes de hacer una transferencia al PLC.

### **Modo de operación**

Modo RUN: hace que el PLC ejecute el programa y no permite escribir ni forzar parámetros en la lógica.

Modo PROGRAM: hace que el PLC no ejecute el programa, pero permite modificaciones en la lógica.

Modo REM: hace que el PLC ejecute o no el programa y permite escribir o modificar la lógica en ambas modalidades.

#### **4.4 Diseño De Interfaz Hombre- Máquina Que Le Permitirá Al Operador Localizar Las Fallas En Forma Rápida Y Precisa.**

En esta etapa se describen las necesidades y funciones básicas del sistema según el Lenguaje de Modelado Unificado (UML), el cual se ha convertido en el estándar de facto en cuanto a notación orientada a objetos, proporcionó la notación que se uso para los distintos modelos. Estos modelos ó diagramas representan las diferentes vistas de este proyecto y juntos la arquitectura lógica del mismo.

##### **4.4.1 Generalidades Del Sistema.**

El horno H1 de la Estación Ored-5 contara con una interfaz hombre-máquina que le permitirá al operador visualizar con exactitud el estado del horno por lo que la condición de trabajo será segura para el mismo, ya que podrá leer todos los parámetros del horno y saber exactamente porque se detuvo en caso de que se presentase esta situación. Análogamente, se podrá saber porque el horno no arranca en un determinado momento.

Para monitorear todas las variables que intervienen en el proceso de calentamiento de crudo y en la secuencias de parada, se propone que todas las señales de los distintos transmisores se conecten a módulos de entradas analógicas del PLC, igualmente los interruptores de presión, temperatura y flujo son conectados a relés cuyas salidas están conectadas a módulos de entradas discretas y al circuito de

*interlock*. El estado de cada una de las variables reflejadas en los instrumentos será mostrado en una pantalla o monitor instalado en el Gabinete (*PanelView*).

Dentro de las señales o variables que se podrán apreciar en el *PanelView* (HMI Local) se encuentran las siguientes:

**Señales analógicas:**

1. Temperaturas: Chimenea, flujo de entrada y salida de crudo, temperatura de piel de tubos de Sección radiante.
2. Presión: Entrada y Salida de crudo, Gas combustible.
3. Flujo: Línea de crudo, Gas combustible

**Señales Discretas:**

1. Temperatura: Salida de crudo, Chimenea, Piel de tubería radiante
2. Presión: Alta y baja presión de aire de instrumentos, baja presión de Gas de purga
3. Flujo: Bajo flujo de crudo
4. Otras: Falla de llama
5. Estatus de quemadores, permisivos activos, Ciclo de piloto, Quemador encendido, falla de llama.

Adicionalmente el personal de mantenimiento contará con una herramienta de detección de fallas en la secuencia de operación del equipo y en la instrumentación asociada al mismo, que permitirá la ubicación rápida y precisa de las mismas, actualmente solo pueden ser ubicadas a través de la conexión directa con los instrumentos (interruptores, transmisores, válvulas entre otros) que forman parte del sistema de control, lo cual provoca que el tipo de verificación sea dificultosa ya que

el personal debe estar especializado en el manejo del equipo, para poder detectar la falla.

La ocurrencia de fallas en estos equipos, se traduce en horas fuera de servicio y en un aumento de las horas hombres de mantenimiento, produciendo en algunos casos la parada del proceso, lo que conlleva a la disminución de la producción y a pérdidas monetarias. Debido a la importancia de los equipos, es requerimiento del departamento de mantenimiento disminuir el tiempo de localización de la falla, por lo cual es necesario instalar un sistema de supervisión donde se visualicen cada uno de los instrumentos que intervienen en el proceso, para que el personal pueda ubicar las fallas y así agilizar las labores de mantenimiento en estos instrumentos.

#### **4.4.2 Terminologías Utilizadas En El Sistema.**

En la **Tabla N° 4.2** se presenta un cuadro de terminologías con sus respectivas definiciones.

Tabla N° 4.2: Cuadro de Terminología.

TERMINO	DEFINICIÓN
➤ <b>Variables de Proceso</b>	Conjunto de transmisores que participan en el proceso, cuya finalidad es mostrarle al operador los niveles de flujo, presión y temperatura que existen actualmente en el proceso.
➤ <b>Instrumentos de Campo</b>	Se refiere a todos los interruptores de presión, flujo y temperatura que se encargan de verificar las condiciones ideales para encender el horno.
➤ <b>Secuencia de Arranque</b>	Se refiere a la activación de todas las etapas que se necesitan para el encendido del horno.
➤ <b>Diagramas del Horno</b>	Se encarga de desplegar cual es el estado actual del horno, en lo referente a la posición abierta o cerrada de las válvulas de pilotos y quemadores; y al encendido de los mismos.
➤ <b>Detección de Fallas</b>	Se refiere a todas las alarmas que pueden ocurrir en el proceso y en el sistema de PLC-5. Una vez detectadas cada una de estas alarmas serán almacenadas en una lista para mantener un histórico de las mismas, con fecha y hora de ocurrencia.

Fuente: Escalona R., J (2008)

#### 4.4.3 Requerimientos Esenciales Del Sistema.

Las funciones y características que el Sistema debe cumplir, se especifican a continuación:

1. El Sistema debe ser de fácil acceso, y comprensible para un aprendizaje rápido.
2. El Sistema debe contar con un mensaje automático, que indique la condición de alarma en cualquier pantalla.
3. El Sistema de poseer un menú principal para acceder a la opción deseada.
4. El Sistema debe contar con botones de desplazamiento entre pantallas.

5. El Sistema debe estar compuesto por un diagrama general de proceso donde se verifique el estado operativo del horno.
6. El Sistema debe contar con un despliegue donde se aprecie la activación de cada una de las etapas necesarias para el consentimiento de arranque.
7. El Sistema debe mostrar la secuencia de encendido de pilotos y quemadores.
8. El Sistema debe contar con un despliegue donde se aprecien las variables del proceso (presión, flujo y temperatura).
9. El Sistema debe proveer el estado del controlador de la temperatura, es decir el modo de operación y el valor de la variable controlada.
10. El Sistema debe tener una pantalla de las alarmas que están activas en un determinado momento.
11. El Sistema debe generar un histórico de alarma con fecha y hora de ocurrencia.
12. El Sistema debe contar con ayuda sobre: filosofía de operación y procedimientos para arrancar el horno.

#### **4.4.4 Actores Del Sistema.**


Luego de haber propuesto la nueva filosofía de operación para arrancar el horno en la etapa 4.2.2 de este capítulo, se procederá a identificar los distintos casos de uso del sistema y los distintos actores que interactúan con cada uno de ellos,

Los actores aquí definidos, son las entidades externas e internas al sistema de supervisión, que realizarán algún tipo de interacción con el mismo.

Cada uno de los usuarios del sistema está representado mediante uno ó más actores, los cuales se corresponden con el personal encargado de ejercer la operación del horno. La función desempeñada fue empleada para obtener los roles que debe cumplir cada actor del sistema, para así asignar a cada etapa un caso de uso de las funciones a desarrollar dentro del mismo.

En la **Tabla N° 4.3** se identifican los distintos actores del nuevo Sistema y la descripción de sus funciones.

**Tabla N° 4.3:** Actores del Sistema y sus Funciones.

	<b>Funciones</b>
➤ <b>Operador</b>	Gestiona el arranque del horno en modo seguro, es decir, supervisar que todas las condiciones del horno sean las adecuadas para dar el arranque.
➤ <b>Mantenedor</b>	Verifica que el horno se encuentre en óptimas condiciones para su buen funcionamiento, es decir, chequea que la instrumentación para controlar el horno se encuentre en buen estado.
➤ <b>PLC</b>	Dispositivo que controla todo lo referente al horno. (Arranque, parada, alarmas, variables de proceso, etc.).
➤ <b>BD_Alarmas</b>	Base de Datos del <i>PanelView</i> que almacena las alarmas del histórico.

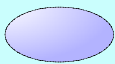

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

#### 4.4.5 Contexto Del Sistema.

Los casos de usos fueron una poderosa herramienta para obtener los requerimientos funcionales del Sistema. Estos, facilitaron la comunicación entre los analistas y los actores hasta obtener un definitivo Diagrama de Funcionamiento del Sistema. Este último, es un diagrama de casos de usos el cual representa gráficamente los procesos, con los cuales interactuaran los actores.

Los principales procesos que contendrán el sistema de supervisión y los actores que interactuaran en cada uno, se describen en la **Tabla N° 4.4**.

**Tabla N° 4.4:** Descripción de los Principales Casos de Uso del Sistema.

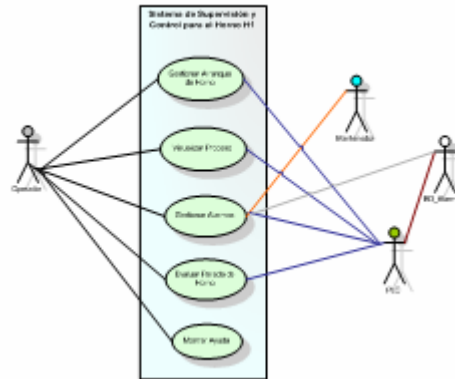
	<b>Descripción</b>	
➤ <b>Gestionar Arranque de Horno</b>	Muestra al usuario la activación de las etapas que permiten el encendido.	➤ Operador ➤ PLC
➤ <b>Visualizar Proceso</b>	Indica al usuario el estado de funcionamiento del horno.	➤ Operador ➤ PLC
➤ <b>Gestionar Alarmas</b>	Se refiere a la indicación por activación de alarmas y a la generación de histórico de las mismas.	➤ Operador ➤ Mantenedor ➤ PLC ➤ BD_Alarmas
➤ <b>Evaluar Parada de Horno</b>	Se refiere a las condiciones que originan la parada del horno.	➤ Operador ➤ PLC
➤ <b>Mostrar Ayuda</b>	Se refiere a las distintas opciones de ayuda que el sistema le proporciona al usuario.	➤ Operador

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

Basados en los casos de usos principales, se tiene ahora el primer modelo del proyecto: el Diagrama de Funcionamiento del Sistema, el cual tiene por denominación “**Sistema de Supervisión y Control para el Horno H1**”.

En la **Figura N° 4.24** se muestra el Diagrama de Casos de Usos de Funcionamiento del Sistema.





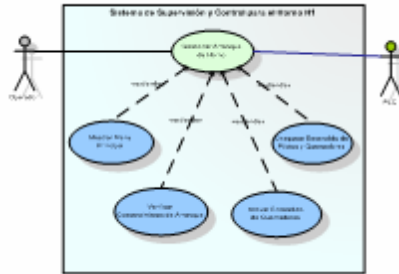
**Figura N° 4.24:** Diagrama de Casos de Uso de Funcionamiento del Sistema.

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

#### 4.4.6 Casos De Uso Detallado Del Sistema.

El modelo de caso de uso del contexto del sistema muchas veces resulta ser bastante complejo y difícil de entender debido a su generalidad, por lo cual es necesario abordar cada caso de uso en forma más detallada, de tal manera que se pueda desglosar y describir las distintas acciones que el sistema puede llevar a cabo al interactuar con sus actores. Cada caso de uso especifica las posibles instancias de ese caso de uso, es decir las diferentes formas válidas de llevar a cabo el caso de uso general por parte del sistema. Por consiguiente, se tiene ahora el desglose del primer modelo del proyecto: los diagramas detallados de los casos de usos principales, la descripción y flujo de sucesos de estos casos y de los casos derivados.

#### 4.4.6.1 Secuencia De Acciones Del Caso De Uso Gestionar Arranque De Horno.



**Figura N° 4.25:** Diagrama Detallado del Caso de Uso Principal Gestionar Arranque de Horno.

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

**Nombre del Caso de Uso 1:** Gestionar Arranque de Horno.

**Actores:** Operador y PLC.

**Descripción:** Evaluar Condiciones Necesarias para Encender el Horno.

**Flujo de Sucesos:**

##### *Flujo Principal*

*Paso 1:* El Sistema muestra una pantalla de opciones principales para acceder al sistema de supervisión.

*Paso 2:* El operador pulsa la opción de secuencia de encendido para visualizar las etapas que se necesitan para dar arranque.

*Paso 3:* El PLC evalúa cada etapa de la secuencia de encendido para activar el consentimiento de arranque.

*Paso 4:* Una vez que el operador visualiza la activación del consentimiento de arranque este procede a activar el encendido de quemadores.

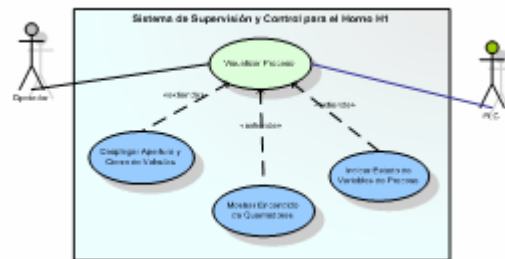
*Paso 5:* El operador procede a verificar el encendido de pilotos y quemadores.

##### *Flujo Alternativo*

*En el paso 3,* si el PLC no activa la señal de consentimiento de arranque en la pantalla de secuencia de encendido se activara una alarmas indicando por que se a activado esta condición.

*En el paso 5, si el encendido de los quemadores falla en la pantalla de secuencia de pilotos y quemadores se mostrara un mensaje de falla de encendido para que el operador repita el procedimiento de arranque.*

#### 4.4.6.2 Secuencia De Acciones Del Caso De Uso Visualizar Proceso.



**Figura N° 4.26:** Diagrama Detallado del Caso de Uso Principal Visualizar Proceso.

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

**Nombre del Caso de Uso 2:** Visualizar Proceso.

**Actores:** Operador y PLC.

**Descripción:** Monitorear Estado Operativo del Proceso.

**Flujo de Sucesos:**

### Flujo Principal

*Paso 1:* El Sistema muestra una pantalla de opciones principales para acceder al sistema de supervisión.

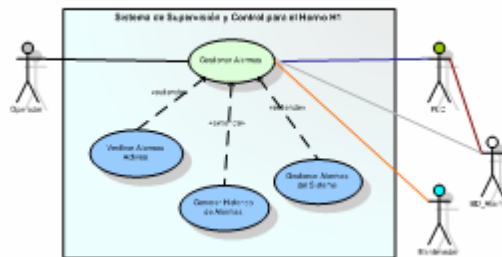
*Paso 2:* El operador pulsa la opción de DIAGRAMA DEL HORNO para visualizar el estado del operativo del proceso.

*Paso 3:* El PLC indica todo los parámetros operacionales del proceso, variables de proceso (presión, flujo y temperatura), estado de quemadores y válvulas.

### Flujo Alternativo

*En el paso 2,* si el operador aprecia alguna anomalía en el proceso podrá accionar la parada de emergencia que detendrá el horno de forma inmediata.

#### 4.4.6.3 Secuencia De Acciones Del Caso De Uso Gestionar Alarmas.



**Figura N° 4.27:** Diagrama Detallado del Caso de Uso Principal Gestionar Alarmas.

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

**Nombre del Caso de Uso 3:** Gestionar Alarmas.

**Actores:** Operador, PLC, Mantenedor y BD\_Alarmas.

**Descripción:** Despliegue de Alarmas por Pantalla.

**Flujo de Sucesos:**

### Flujo Principal

*Paso 1:* El Sistema muestra una pantalla de opciones principales para acceder al sistema de supervisión.

*Paso 2:* El operador pulsa la opción de ALARMAS DEL PROCESO para visualizar las que se encuentren activas en un determinado momento.

*Paso 3:* El PLC indica la anomalía para que el usuario la visualice.

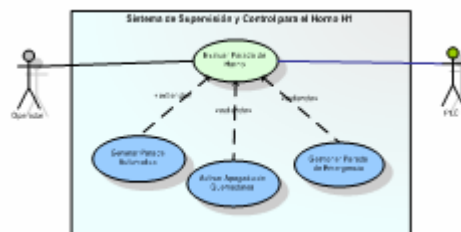
*Paso 4:* El mantenedor detecta la falla en forma rápida y precisa gracias al sistema de supervisión, para luego tomar las acciones correctivas inmediatamente, minimizando el tiempo que este fuera de servicio el horno.

*Paso 5:* La BD\_Alarmas es la encargada de mantener el histórico con fecha y hora de ocurrencias por cada alarma que se presente en el sistema.

#### Flujo Alternativo

En el paso 2, el operador podrá ingresar a las pantallas ALARMAS DEL SISTEMA y HISTORIAL DE ALARMAS, para verificar respectivamente el estado del procesador y visualizar la lista de todas las alarmas que se presentaron en un determinado momento.

#### 4.4.6.4 Secuencia De Acciones Del Caso De Uso Evaluar Parada De Horno.



**Figura N° 4.28:** Diagrama Detallado del Caso de Uso Principal Evaluar Parada de Horno.

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

**Nombre del Caso de Uso 4:** Evaluar Parada de Horno.

**Actores:** Operador y PLC.

**Descripción:** Condiciones que detiene el Proceso.

### Flujo de Sucesos:

#### Flujo Principal

*Paso 1:* El operador ingresa a la pantalla DIAGRAMA DEL HORNO si detecta alguna anomalía podrá accionar la parada de emergencia para detener de inmediato el proceso.

*Paso 2:* El operador puede detener los quemadores con solo presionar apagado de los mismos.

*Paso 3:* El PLC detendrá el proceso automáticamente cuando ocurra una falla en cualquiera de las etapas de arranque del horno.

#### Flujo Alternativo

En el paso 2, el operador podrá mantener los quemadores encendidos que requiera.

#### 4.4.6.5 Secuencia De Acciones Del Caso De Uso Mostrar Ayuda.



**Figura N° 4.29:** Diagrama Detallado del Caso de Uso Principal Mostrar Ayuda.

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

**Nombre del Caso de Uso 5:** Mostrar Ayuda.

**Actores:** Operador.

**Descripción:** Información para Operadores y Mantenedores.

**Flujo de Sucesos:**

#### Flujo Principal

*Paso 1:* El Sistema muestra una pantalla de opciones principales para acceder al sistema de supervisión.

*Paso 2:* El Operador pulsa la opción de PROCEDIMIENTOS DE ENCENDIDO para consultar los modos de arrancar el horno.

*Paso 3:* El Mantenedor ingresa a la opción de INFORMACION DEL SISTEMA, para conocer la filosofía de operación del horno.

#### Flujo Alternativo

*En el paso 2,* el operador podrá consultar los pasos que se necesitan para arrancar el horno en automático o manualmente si así lo desea.

#### **4.4.7 Diagrama De Capas Del Sistema De Supervisión Y Control Del Horno H1.**

El sistema de supervisión para el horno H1 de la estación Ored-5 consiste en una serie de pantallas interactivas. Dicho sistema contempla la primera capa llamada capa específica de la aplicación, para que esta aplicación funcione necesita obtener información de las pantallas de supervisión, el módulo de históricos (donde se almacenan las alarmas que han ocurrido en un determinado momento) y el módulo de alarmas (donde se verifican las condiciones para el encendido del horno) estos subsistema conforma la primera parte de la capa general de la aplicación. La segunda etapa de la capa general de la aplicación esta compuesta por el módulo de programación del sistema que permite conectarse con los equipos (PLC y *PanelView*) para revisar o modificar la lógica programada en los mismos. Al igual que la capa anterior la capa intermedia se divide en dos etapas la primera donde el sistema supervisión consulta el protocolo RS-232/Remote I/O para verificar el estado del

horno y la segunda se encuentra asociada a la revisión y modificación de la lógica interna donde intervienen los software *Rslogix5* y *Panelbuilder32* que permiten revisar y modificar la programación del PLC 5/30 y el *PanelView* 1000 respectivamente, otro software que interviene en esta etapa es el *Rslinx*, el cual representa la interfaz de conexión con el protocolo RS-232/Remote I/O desde *Rslogix5* y *Panelbuilder32*. Por ultimo se tiene la capa de software que la integran los subsistemas *PanelView* que representa la interfase hombre-maquina del operador y el PLC que se refiere al algoritmo del controlador lógico programable. (Figura N° 4.30)

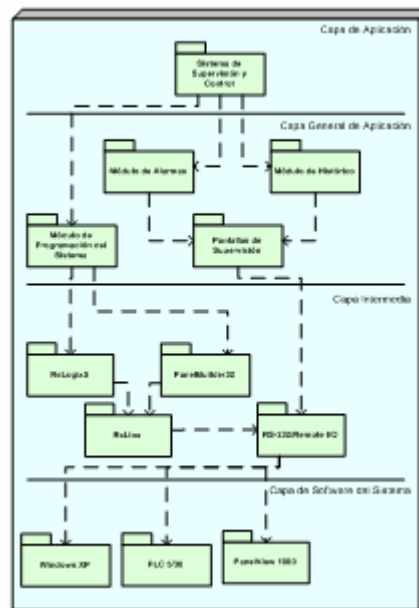


Figura N° 4.30: Diagrama de Capas del Sistema de supervisión.

Fuente: Escalona R., J (2008)

#### 4.4.8 Desarrollo Del Sistema De Supervisión Y Control Del Horno H1 De La Estación Ored-5 De PDVSA San Tome.

Este sistema está realizado con la finalidad de brindar a los operadores del horno una herramienta eficiente al momento de dar arranque o parada y para los mantenedores a la hora de poder determinar las fallas en la secuencia de operación de



los instrumentos controlados por el PLC y de esta manera evitar las pérdidas temporales en la ubicación de fallas.

El software utilizado para realizar el sistema supervisor fue el *Panelbuilder32*, paquete basado en *Windows* de Microsoft que permite diseñar las aplicaciones del panel de control para el terminal *PanelView*. Para simplificar el diseño de aplicación, el *Panelbuilder32* usa menús, cuadros de diálogo y herramientas que son estándares en *Windows*.

Una aplicación de *Panelbuilder32* es una serie de pantallas que contiene objetos tales como pulsadores, indicadores, listas del control y gráficos de barra. El operador actúa recíprocamente con estos objetos en el terminal pulsando las teclas de función o tocando la pantalla del terminal.

Las aplicaciones se transfieren entre su computadora y un terminal *PanelView*, usando una conexión de serie, *Pass-Through*, o una tarjeta de memoria.

Las aplicaciones de *Panelbuilder32* comunican datos a controladores lógicos en una variedad de redes inclusive: DH-485, DH+, DF1, Remoto de E/S, *DeviceNet* y *ControlNet*.

Los puertos en el terminal *PanelView* determinan el protocolo de comunicaciones usado.

El desarrollo de este sistema contempla 2 fases:

1. Creación de la Base de Datos: la cual contendrá toda la información necesaria para realizar la animación de las pantallas.
2. Elaboración de las siguientes pantallas:
  - Una Pantalla de Presentación del Sistema.

- Una Pantalla de Menú Principal.
- Una Pantalla de Diagrama General del Horno, donde puede ver todo el estado del horno con sus instrumentos.
- Pantalla de Secuencia de Encendido, donde se pueden apreciar las etapas hasta alcanzar el consentimiento de arranque.
- Pantalla de Secuencia de Quemadores, donde se pueden ver la activación de los pasos para el encendido de Quemadores.
- Pantalla de Alarmas de Proceso, se visualizan las alarmas de presión, flujo y temperatura activas en un determinado momento.
- Pantalla de Alarmas del Sistema, se visualiza el estado del controlador lógico PLC 5/30.
- Pantalla de Historial de Alarmas, almacena una lista de todas las alarmas que se han presentado en el proceso con fecha y hora de ocurrencia.
- Pantalla de Información del Sistema, contiene todo lo relacionado con la filosofía de operación del horno.
- Pantalla de Procedimientos, donde se encuentran los pasos para el arranque manual o automático del horno.

#### 4.4.8.1 Creación De La Base De Datos

Para poder llevar a cabo la creación de la base de datos se realizaron varias actividades previas como lo son:

**Revisión de Manuales:** se revisaron los manuales de proceso para entender el funcionamiento desde el punto de vista de proceso del horno, así como también se revisó la instrumentación asociada a los equipos a través de los planos de proceso.

**Selección de las Señales:** se realizó una selección de las señales de importancia que debía contener la base de datos para aprovechar la eficiencia del software, esto

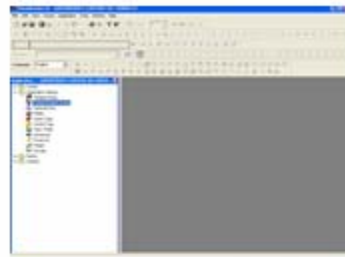
consistió en una primera selección basada en las señales del programa de lógica de escalera y la revisión de la instrumentación asociada al equipo con los planos de proceso, una segunda selección fue realizada con la ayuda de entrevistas y consultas realizadas a los ingenieros de instrumentación y al personal de mantenimiento de la estación.

### **Creación de la Base de Datos**

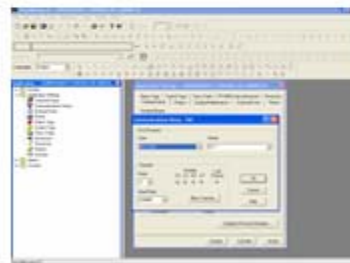
Para crear la base de datos en el *Panelbuilder32* se realizaron los siguientes pasos:

Se creó una aplicación llamada Supervisión y Control del Horno H1 en el software *Panelbuilder32* y luego se configuró el puerto de comunicación por donde se va a tener acceso a la información del PLC 5/30, para ello se seleccionó la opción *Communications Setup* en la ventana de administrador del programa. (**Figura N° 4.31**)

Al hacer doble clic se configura el nodo del PLC para el programa pueda preguntar específicamente a esa dirección. Eso consistió en colocar el tipo de PLC de donde se tomará la data, darle un nombre al mismo y configurar la tasa de baudios a la que se transfiere la información. (**Figura N° 4.32**)

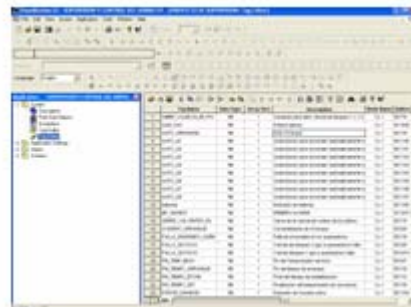


**Figura 4.31:** Ventana del administrador de Programa  
**Fuente:** Programa *Panelbuilder32* (2003)



**Figura 4.32:** Ventana de Configuración de Comunicación  
**Fuente:** Programa *Panelbuilder32* (2003)

Una vez configurado esto se seleccionó la opción *Tag Editor* en el administrador del programa, esta es la herramienta que proporciona *Panelbuilder32* para la creación de la base de datos del sistema. Al hacer doble clic en esta opción se abre la ventana de base de datos, crearon cada uno de los datos que enviarán preguntas hasta el PLC para mostrarle al operador lo que acontecerá en el horno. (**Figura N° 4.33**)



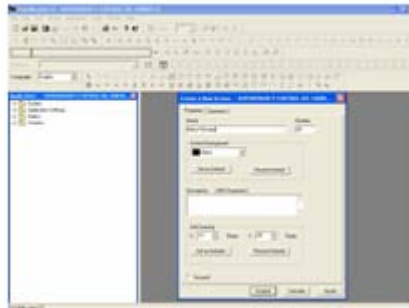
**Figura N° 4.33:** Ventana de Configuración de Base de Datos  
**Fuente:** Programa *Panelbuilder32* (2003)

#### 4.4.8.2 Elaboración De Las Pantallas Del Sistema De Supervisión

La creación de las pantallas consistió en definir la estructura del sistema de supervisión y la secuencia de acceso en cada una de las pantallas.

La estructura consistió en un menú principal que permite acceder a las pantallas de Diagrama del Horno, Secuencia de Encendido, Modulación de Temperatura, Alarmas de Proceso, Alarmas del Sistema, Historia de Alarmas, Información del Sistema y Procedimientos de Encendido las cuales brindan la información funcional del horno. Para salir de estas pantallas cada una proporciona un botón de regreso a la pantalla anterior o de acceso a otra pantalla que se desee. El diagrama mostrado en el Anexo C establece la ruta de acceso a las pantallas y el contenido del menú.

Cada pantalla fue creada en la opción *Screen* del *Panelbuilder32*, donde le fue asignado un nombre de acuerdo a la función que desempeña en el sistema. (**Figura N° 4.34**)



**Figura N° 4.34:** Ventana de Configuración de Pantallas

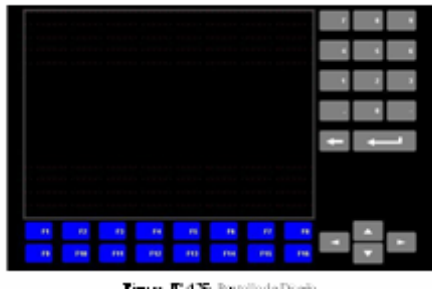
**Fuente:** Programa *Panelbuilder32* (2003)

Todas las pantallas de esta aplicación son de tipo reemplazo ya que al seleccionar cada una de estas inmediatamente es sustituida la anterior. A cada pantalla

le fueron configurados botones de *Go To Screen* para permitir el desplazamiento entre ellas.

A continuación se describe cada pantalla elaborada en el Sistema de Supervisión y Control del Horno H1:

### **Pantalla de Diseño Panelbuilder32**



**Figura N° 4.35:** Pantalla de Diseño.

**Fuente:** Programa *Panelbuilder32* (2003)

Cada una de las teclas que se describen a continuación es usada para ejecutar una acción dentro de la aplicación del *PanelView*. Estas teclas varían dependiendo del modelo de *PanelView* que se utilice.

- En la parte inferior del *PanelView* se encuentran ubicadas un conjunto de teclas azules, comprendidas desde la F1 hasta la F16 que le permitirán al operador acceder a las diferentes pantallas del Terminal.
- En la parte inferior-derecha del *PanelView* están situadas las teclas de desplazamiento (arriba, abajo, izquierda y derecha), las cuales se utilizan para mover el puntero en una lista de opciones, permitiéndole así al operador situarse en la alternativa deseada.

- En la parte derecha del *PanelView* se encuentra un grupo de teclas numéricas que le permiten al operador introducir dígitos en el *PanelView*.

### Detección de la Primera Alarma

Esta basada en desplegar un mensaje en cualquier pantalla del *PanelView* para indicar cual es la primera alarma ocurrida en el proceso.



**Figura N° 4.36:** Pantalla de Primera Alarma.

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

### Presentación

En esta pantalla expresa cual es el titulo del sistema. (**Figura N° 4.37**)



**Figura N° 4.37:** Pantalla de Presentación.

## Menú Principal

Esta pantalla contiene todas las opciones que se accederán a través de las teclas de función presentes en la parte inferior del *PanelView*, es decir, al momento de presionar cualquier tecla a las que hacen referencia los botones en pantalla inmediatamente se accederá a la opción deseada. (Figura N° 4.38)



**Figura N° 4.38:** Pantalla de Menú Principal.

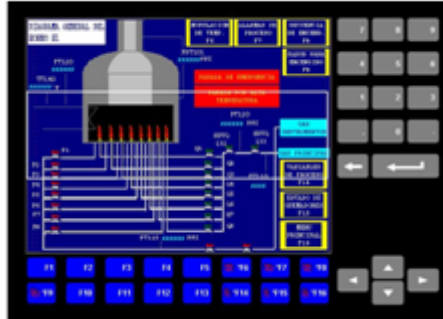
**Fuente:** Escalona R., J (2008)

## Diagrama General del Horno

Se encarga de desplegar cual es el estado actual del horno, en lo referente a la posición abierta (verde) o cerrada (roja) de las válvulas de pilotos y quemadores, además de eso todas las condiciones de presión, flujo y temperatura presentes. También se observan 7 botones que le permitirán al operador supervisar el funcionamiento del horno.

Por otra parte, en caso de que haya un paro de emergencia o una parada por alta temperatura del horno se activarán las alarmas provocando que se observen en la pantalla, lámparas rojas titilando con un mensaje que indica cual es la alarma que ocurrida.





**Figura N° 4.39:** Pantalla de General del Horno.

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

### Secuencia de Encendido (Chequeo de Condiciones)

Se encuentran reflejadas todas las condiciones que se necesitan para el encendido del horno. Cuando cada uno de estos permisos, se cumplan las lámparas de todos ellos pasará de un estado rojo (desactivado) a un estado verde (activo).

Por otra parte, si en alguno de los casos llega a fallar algunos de los permisos de la secuencia de arranque se dará inicio a la purga del horno como medida de seguridad, para que se reinicie el encendido sin ningún tipo de peligro.



**Figura N° 4.40:** Pantalla de Secuencia de Encendido (Chequeo de Condiciones).

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

### **Secuencia de Encendido (Estabilización de Variables)**

Se encuentran reflejadas todas las condiciones que se necesitan para el encendido del horno. Cuando cada uno de estos permisivos, se cumplan las lámparas de todos ellos pasará de un estado rojo (desactivado) a un estado verde (activo).

Por otra parte, si en alguno de los casos se selecciona el procedimiento de encender el panel en modo automático, aparecerá en esta pantalla una lámpara de color verde titilando indicando que el panel está en dicho modo.



**Figura N° 4.41:** Pantalla de Secuencia de Encendido (Estabilización de Variables).

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

### **Estatus de Quemadores Q1, Q2 y Q3**

En esta pantalla se visualizan todo los permisivos para encender (modo: automático o manual) los quemadores Q1, Q2, y Q3 con sus respectivos pilotos. En caso de ocurrir un fallo en el intento de encender los quemadores se presentará una alarma al final de cada columna de pilotos y quemadores indicando que hubo un problema en el quemador que se seleccionó.



**Figura N° 4.42:** Pantalla de Estatus de Quemadores Q1, Q2 y Q3.

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

### **Estatus Quemadores Q4, Q5 y Q6**

En esta pantalla se visualizan todo los permisibles para el encendido (modo: automático o manual) de pilotos y quemadores Q4, Q5 y Q6. En caso de ocurrir un fallo al intentar de encender los quemadores, se presentará una alarma al final de cada columna de pilotos y quemadores indicando que hubo un problema en el quemador que se seleccionó. (Figura N° 4.43)

### **Estatus de Quemadores Q7 y Q8**

En esta pantalla se visualizan todo los permisibles para el encendido (modo: automático o manual) de pilotos y quemadores Q7 y Q8. En caso de ocurrir un fallo en el intento de encender los quemadores se presentará una alarma al final de cada columna de pilotos y quemadores indicando que hubo un problema en intento de encenderlos. (Figura N° 4.44)



Figura B-4-43 Pantalla de Estado de Quemadores Q4, Q5 y Q6.

Fuente: Escaño R., J (2008)



Figura B-4-44 Pantalla de Estado de Quemadores Q7 y Q8.

Fuente: Escaño R., J (2008)

### Secuencia de Encendido (Condición Válvulas de Bloqueo)

Aquí se encuentran reflejadas el final de las condiciones que se necesitan para el encendido del horno. Cuando cada uno de estos permisivos, se cumplan las lámparas de todos ellos pasará de un estado rojo (desactivado) a un estado verde (activo).

Por otra parte, si en alguno de los casos llegase a ocurrir un problema en el encendido de los quemadores se presentará una lámpara de color rojo con letras amarillas titilando, indicando que existe una falla de encendido en los quemadores.



**Figura N° 4.45:** Pantalla de Secuencia de Encendido (Condición Válvulas de Bloqueo).

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

### Modulación de Temperatura

En esta pantalla se muestra el controlador que indica cuando el PLC verifica la existencia de cuatro o más quemadores encendidos, para que de esta manera se de inicio a la modulación de temperatura a través del TIC140 (Controlador e Indicador de Temperatura).



**Figura N° 4.46:** Pantalla de Modulación de Temperatura.

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

### Variables del Proceso

En esta se encuentran un conjunto de transmisores que participan en el proceso, cuya finalidad es mostrarle al operador los niveles de flujo, presión y temperatura que existen actualmente. También está presente una variable llamada intentos de arranque que es utilizada como un contador de los intentos fallidos de encender el horno. (Figura N° 4.47)

### Alarmas del Proceso

Esta pantalla muestra la lista de todas las alarmas que pueden ocurrir en el proceso, al momento de activarse la alarma se observará en la lista una lámpara de color rojo, con letras amarillas y titilando en la misma posición de la lista que ocupa la alarma activada. (Figura N° 4.48)



Figura N° 4.47: Pantalla de Variables del Proceso.

Fuente: Escalona R., J (2008)



Figura N° 4.48: Pantalla de Alarmas del Proceso.

### Historial de Alarmas

Esta pantalla se encarga de archivar en una lista, la primera alarma que ocurra en un determinado momento.



**Figura N° 4.49:** Pantalla de Historial de Alarmas.

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

### Alarmas del Sistema

En esta pantalla se observan un conjunto de indicadores que tienen como finalidad mostrarle al operador el estado actual en que se encuentra el PLC. Estos indicadores poseen una lámpara cuya facultad es cambiar de un estado desactivado (rojo) a otro activo (verde). (**Figura N° 4.50**)

### Procedimientos para encender el Horno

Pantalla que permite acceder a los procedimientos de cómo encender el horno en modo manual o en automático. (**Figura N° 4.51**)



**Figura N° 4.40:** Pantalla de Alarmas del Sistema.  
**Fuente:** Escalona R., J (2008)



**Figura N° 4.41:** Pantalla de Procedimientos para encender el Horno.  
**Fuente:** Escalona R., J (2008)

## Modo Manual

Esta pantalla comienza a indicar cuales son los pasos a seguir para el encendido del horno en modo manual.



**Figura N° 4.52:** Pantalla de Modo Manual.  
**Fuente:** Escalona R., J (2008)



### Modo Manual (Continuación I)

Esta pantalla continúa con la indicación de cuales son los pasos a seguir para encender el horno en modo manual. (Figura N° 4.53)

### Modo Manual (Continuación II)

Esta pantalla muestra los últimos pasos que se deben seguir para encender el horno manualmente. (Figura N° 4.54)



Figura N° 4.53: Pantalla de Modo Manual (Continuación I).

Fuente: Escalona R., J (2008)



Figura N° 4.54: Pantalla de Modo Manual (Continuación II).

Fuente: Escalona R., J (2008)

### Modo Automático

Esta pantalla comienza a indicar cuales son los pasos a seguir para el encendido del horno en modo automático.



**Figura N° 4.55:** Pantalla de Modo Automático.

**Fuente:** Escalona R., J (2008)

### **Modo Automático (Continuación I)**

Esta pantalla continúa con la indicación de cuales son los pasos a seguir para encender el horno en modo automático. (**Figura N° 4.56**)

### **Modo Automático (Continuación II)**

Esta pantalla muestra los últimos pasos que se deben seguir para encender el horno automáticamente. (**Figura N° 4.57**)



Figura N° 4.56: Pantalla de Modo Automático (Continuación II).  
Fuente: Escalona R., J. (2008)



Figura N° 4.57: Pantalla de Modo Automático (Continuación III).  
Fuente: Escalona R., J. (2008)

### Información del Sistema

Esta pantalla le proporciona al usuario una breve descripción de cómo funcionan las etapas del sistema, permitiéndole así un bosquejo de los eventos o cambios de lámpara que se presenten en el proceso.



Figura N° 4.58: Pantalla de Información del Sistema.

Fuente: Escalona R., J (2008)

### Información del Sistema (continuación I)

Esta pantalla continúa describiendo las etapas que se llevan a cabo en el sistema de supervisión. (Figura N° 4.59)

### Información del Sistema (continuación II)

Esta pantalla continúa describiendo las etapas que se llevan a cabo en el sistema de supervisión. (Figura N° 4.60)



Figura N° 4.59: Pantalla de Información del Sistema (Continuación I).

Fuente: Escalona R., J (2008)



Figura N° 4.60: Pantalla de Información del Sistema (Continuación II).

Fuente: Escalona R., J (2008)

### Información del Sistema(continuación III)

Esta pantalla continúa describiendo las etapas que se llevan a cabo en el sistema de supervisión.



Figura N° 4.61: Pantalla de Información del Sistema (Continuación III).

Fuente: Escalona R., J (2008)

### Información del Sistema (continuación IV)

Esta pantalla continúa describiendo las etapas que se llevan a cabo en el sistema de supervisión. (Figura N° 4.62)

### Información del Sistema (continuación V)

Esta pantalla finaliza la descripción de las etapas que se llevan a cabo en el sistema de supervisión. (Figura N° 4.63)



Figura 4.62: Pantalla de la formación del Sistema (Continuación IV).

Fuente: Escobedo R., J (2008)



Figura 4.63: Pantalla de la formación del Sistema (Continuación V).

Fuente: Escobedo R., J (2008)

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES**

Los logros del proyecto se miden en base al cumplimiento de los objetivos planteados, por lo que una evaluación de los alcances del mismo es sin duda la mejor medida representativa del trabajo realizado y de las conclusiones. De las cuales se pueden derivar:

La metodología empleada consistió en una revisión bibliográfica de los equipos a conectar y de los software, así como también de un análisis detallado de las características de operación del equipo a supervisar, para proporcionarle un medio eficiente y familiar al personal de mantenimiento y operación.

El estudio realizado desde el punto de vista operacional del horno y de la lógica de escalera programada en el PLC 5/30, permitió seleccionar los datos de mayor importancia que se debían integrar al sistema de supervisión, satisfaciendo así las necesidades del personal de mantenimiento y operaciones.

La nueva filosofía de operación garantiza la seguridad del operador en el proceso de arranque, ya que solo permite esta acción cuando estén dadas las condiciones adecuadas de presión, flujo y temperatura.

La puesta en marcha del sistema de supervisión permitió la concentración de la información provenientes de diferentes partes del proceso controlados por el PLC, para dar soporte y facilitar las tareas del personal de mantenimiento en cuanto a la

detección y ubicación de fallas ocurridas en el horno, brindando información en tiempo real y un diagnóstico inmediato de falla de los procesos supervisados, en la consola del *PanelView*, generando una disminución en el tiempo fuera de servicio del equipo y en las horas hombre de mantenimiento que conducen a un ahorro significativo de dinero.

El sistema de supervisión se convirtió en una herramienta fundamental para los operadores, al momento de dar arranque o parar el horno, esto se debe a que los operadores pueden encender el equipo en forma segura y detenerlo automáticamente cuando ocurra una anomalía en el proceso.

Además el uso del software *Panelbuilder32* como base principal del sistema de supervisión permite expandir el mismo de una manera sencilla, gracias a las facilidades de programación de las bases de datos y pantallas, así como también a su compatibilidad con los equipos supervisados.

Por otra parte vale destacar la trascendencia del proyecto, ya que este libro, donde queda documentado el desarrollo técnico del proyecto, puede ser utilizado como fuente bibliográfica de consulta para cualquier persona al momento de implantar sistemas como el desarrollado en este trabajo especial de grado. Además que puede servir como base estructural en el diseño e implementación de proyectos en donde intervengan PLC-5 de *Allen Bradley* y desarrollen una interfaz hombre – máquina *PanelView* del mismo fabricante.



## RECOMENDACIONES

Para el buen funcionamiento del sistema se recomienda:

Utilizar la documentación del proyecto antes de operar el sistema, en especial la nueva filosofía de operación del horno y los procedimientos de arranque, para cumplir a cabalidad los lineamientos necesarios para lograr el encendido.

Integrar al sistema el horno H2 debido a que este no cuenta con un sistema de supervisión que permita el arranque seguro y la detección de fallas inmediata.

Instalar un transmisor de temperatura en parte interna del horno, que permita monitorear el calor de esa área y así programar en el PLC una parada por Muy alta temperatura en la parte interna del horno.

Incorporar al sistema una alarma audible para indicarles a los operadores que ha ocurrido una anomalía en el proceso, en caso de que estos se encuentren retirados del horno.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Polanco, F. **“Estudio Sistémico del proceso de Generación automática de reportes operacionales y desarrollo de soluciones bajo la arquitectura cliente servidor, para los sistemas de supervisión y control (SCADA) Fix 32 de las UEY’s DE PDVSA del distrito San tome”**. Trabajo de Grado. Ingeniería de Sistemas. Universidad de Oriente, Barcelona (2001).
  
- [2] Gómez, M. **“Automatización de los Procesos de producción de las Estaciones Guarío I y Santa Rosa IV a través de un sistema SCADA”**. Trabajo de Grado. Ingeniería de Sistemas. Universidad de Oriente, Barcelona (2000).
  
- [3] Lista, W. **“Diseño de un sistema de Instrumentación y control Automatizado para los motocompresores de las plantas de Gas del Distrito San Tome.”** Trabajo de Grado. Ingeniería Electrónica. Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” Anzoátegui (2001).
  
- [4] Morales, J. **“Integración del sistema de supervisión y control de los procesos de producción de Gas a la Base de Datos Operacional de Oriente”**. Trabajo de Grado. Ingeniería de Sistemas. Universidad de Oriente, Barcelona (2003).
  
- [5] Herrera, J. **“Desarrollo de un sistema de control por computadora basado en SCADA para Estaciones de producción de Gas y Crudo pertenecientes al Área de Gas Condensado en PDVSA Distrito Anaco”**. Trabajo de Grado. Ingeniería de Sistemas. Universidad de Oriente – Barcelona (2002).

- [6] Centro Integral de Entrenamiento Técnico. **Manual de Instrumentación Industrial**. Abril de 2001.
- [7] **“Encarta en Español”**. Enciclopedia Deluxe. (2005).
- [8] Allen Bradley. **Controladores Programables PLC-5 con nuevas características**. Manual de Usuario. Publicación 1785-6.5.12ES – Octubre de 1995.
- [9] Allen Bradley. **Controladores Programables 1785 PLC-5**. Descripción general del Sistema. Publicación 1785\_6.2.1ES – Abril de 1996.
- [10] Allen Bradley. **Terminal de Interfaces Panelview**. Manual de Usuario. Publicación 1785 – 6.2. Julio del 2002.
- [11] Sifones, V. **“Diseño e implantación de un Sistema de Base de Datos”**. Editorial prentice-Hall (1996).
- [12] Muller, P. **“Modelado de Objetos con UML”**. Ediciones Gestión 2000 S.A. España (1997).
- [13] Petrozella, Frank: Controladores Lógicos Programables. Enero 1997.
- [14] **“Diccionario Enciclopedia VISOR”**, Editorial Visor E.A.S.A. Argentina (1999).
- [15] Rockwell Software. **“RSLinx”**. Guía de cómo obtener resultados. Junio de 1998.

- [16] Rockwell Software. “**RSLinx Lite**”. Guía de Usuario. Diciembre de 1996.
- [17] Pizano, C. y Rengifo B. “**Diccionario de Sinónimos y Antónimos**”, Grupo Editorial Norma. Colombia (1995).
- [18] Tamayo, Y. y Tamayo, M. “**El Proceso de la Investigación Científica**”, Editorial Limusa. México (1991).

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

<b>TÍTULO</b>	DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL PARA EL HORNO CALENTADOR DE CRUDO H1 BASADO EN LA INTEGRACIÓN DE UN PANELVIEW Y UN PLC 5/30. ESTACIÓN ORED-5 DISTRITO SUR SAN TOMÉ
<b>SUBTÍTULO</b>	

**AUTOR (ES):**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>CÓDIGO CULAC / E MAIL</b>
ESCALONA R. JERALD H.	CVLAC: 14.547.714 E MAIL: <a href="mailto:gerald.escalona@cantv.com">gerald.escalona@cantv.com</a>
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

**PALÁBRAS O FRASES CLAVES:**

Supervisión. \_\_\_\_\_

Hornos. \_\_\_\_\_

Interfaz. \_\_\_\_\_

Grafcet. \_\_\_\_\_

Panelview. \_\_\_\_\_

Control. \_\_\_\_\_

PLC. \_\_\_\_\_

## METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA	SUBÁREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería de Sistema

### RESUMEN (ABSTRACT):

El presente trabajo de grado, fue realizado con el objetivo de diseñar un sistema que permita monitorear el estado operativo del horno H1 de la estación Ored-5 de PDVSA San Tomé a través del desarrollo de un sistema de supervisión y control basado en la integración de un Controlador Lógico Programable (PLC 5/30) y una Interfase Hombre Máquina (PanelView), con la finalidad de brindar mayor información operacional del proceso. En este proyecto se desarrollaron los diferentes Diagramas de Secuencia Funcional que facilitaron la programación del PLC 5/30 y se implementó la técnica UML para elaborar los diversos Casos de Uso que suministraron la información más relevante para el diseño de las pantallas que integran el sistema de supervisión, originando como resultado una herramienta eficiente para los operadores del horno al momento de dar arranque o parada y para los mantenedores a la hora de poder determinar las fallas en la secuencia de operación de los instrumentos controlados por el PLC y de esta manera evitar las pérdidas temporales en la ubicación de la falla y pérdidas económicas que implica la indisponibilidad de los equipos.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:****CONTRIBUIDORES:**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL</b>				
<b>Prof. Luís Felipe Rojas</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b> ■	<b>TU</b>	<b>JU</b>
	<b>CVLAC:</b>	<b>10.945.922</b>			
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>E_MAIL</b>				
<b>Ing. Romel Rodríguez</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b> ■	<b>JU</b>
	<b>CVLAC:</b>	<b>12.031.666</b>			
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>E_MAIL</b>				
<b>Prof. Zulirais García</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU</b> ■
	<b>CVLAC:</b>	<b>10.299.576</b>			
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>E_MAIL</b>				
<b>Prof. Julima Anato</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU</b> ■
	<b>CVLAC:</b>				
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>E_MAIL</b>				

**FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:**

<b>2008</b>	<b>11</b>	<b>27</b>
<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>DÍA</b>

**LENGUAJE. SPA**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:****ARCHIVO (S):**

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS.AutomatizaciondeHornoH1.doc	Application/msword

**CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS:** A B C D E F G H I J K  
L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y  
z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

**ALCANCE**

**ESPACIAL:** Departamento de Automatización, Ava Ingeniería C.A.

**TEMPORAL:** 2 años

**TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

Ingeniero Sistema

**NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

Pregrado

**ÁREA DE ESTUDIO:**

Departamento de Computación y Sistemas

**INSTITUCIÓN:**

Universidad de Oriente - Núcleo Anzoátegui



**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:****DERECHOS**

De acuerdo con el Artículo 44 del Reglamento de Trabajos de Grados de  
la Universidad de Oriente:

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad  
de Oriente, y solo podrán ser utilizados para otros fines con el  
consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, el cual participará al  
Consejo Universitario”.

Jerald H. Escalona R.

**AUTOR**

Prof. Luís Felipe Rojas  
**ASESOR**

Prof. Julima Anato  
**JURADO**

Prof. Zulirais García  
**JURADO**

**POR LA SUBCOMISION DE TESIS**