

## INTRODUCCIÓN

El Centro Refinación Paraguaná (CRP) específicamente en Amuay cuenta con tres plantas recuperadoras de azufre (SUAY-1,2,3) que tienen como propósito evitar la contaminación ambiental; por esta razón, la parada de estas unidades tiene como consecuencia la desviación de los gases ácidos a la atmosfera provocando un gran impacto ambiental y la disminución de la producción.

El presente proyecto socio integrador se enfocó en detectar las debilidades en la planta recuperadora de azufre SUAY-2, donde se detectó una situación problemática en cuanto a la obsolescencia en los equipos e instrumentación específicamente del incinerador F-952, lo que trae consigo una serie de consecuencias tanto al personal como al medio ambiente, ya que los trabajadores se encuentran expuestos a riesgos de accidentes laborales puesto que los procesos de encendido y apago de dicho incinerador se llevan a cabo de forma manual.

De lo anteriormente expuesto surge la propuesta de diseño de un sistema de protección automático para el encendido y apagado del incinerador F-952 en la planta SUAY-2 del CRP Amuay, con el fin de cuidar sus equipos ofreciendo al usuario seguridad y confiabilidad en sus procesos.

Este diseño se basa en la integración de una serie de dispositivos conformados por válvulas ON-OFF, interruptores, detectores de llama, transmisores de presión, pulsadores, luces indicadoras, ignitor, y PLC TRICONEX entre otros, los cuales brindan la protección necesaria para el sistema referido.

El Triconex es un Controlador Lógico programable (PLC) basado en una arquitectura modular triple redundante (TMR), resistente a fallas y que posee una alta disponibilidad y confiabilidad, usado para la protección de las plantas que presentan alto riesgo para su personal y muy alto costo, está dedicado al arranque y parada lógica de cada uno de los procesos. Por lo general las plantas nunca se detienen, ni si

quiera para mantenimiento puesto que esto representa una gran pérdida económica para la compañía. Sin embargo, existen ocasiones en las cuales debido a una falla en los equipos es necesario detener la planta.

El resultado obtenido fue un sistema que ofrece protecciones contra fallas, con la más alta disponibilidad y confiabilidad, ofreciendo múltiples beneficios tanto a los trabajadores de la planta SUAY-2 como de todo el CRP y comunidades aledañas.

## **MOMENTO I**

### **DESCRIPCION DEL ESCENARIO**

#### **Datos Generales de la Comunidad**

##### ***Descripción de la comunidad***

El proyecto de investigación se desarrolla en el Centro de Refinación Paraguaná Amuay perteneciente a Petróleos de Venezuela, sociedad anónima, PDVSA. Específicamente en el incinerador F-952 de la planta SUAY 2.

El objetivo principal de la planta SUAY 2 es la recuperación de azufre mediante la combustión del sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) y dióxido de azufre ( $SO_2$ ). Esta planta es Alimentada mediante Gas ácido ( $H_2S$ ) y Gas agrio ( $NH_3 + H_2S$ ) Los gases de desecho generado por dicha planta se queman en el incinerador F-952 antes de ser descargados a la atmósfera.

#### **Antecedentes**

Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) y sus filiales es una corporación propiedad de la República Bolivariana de Venezuela, creada por el Estado venezolano en el año 1975, en cumplimiento de la Ley Orgánica que Reserva al Estado, la Industria y el Comercio de Hidrocarburos (Ley de Nacionalización). Sus operaciones son supervisadas y controladas por el Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo (MENPET).

La Constitución Bolivariana aprobada mediante referéndum popular en diciembre de 1999, y la aprobación del Decreto N° 1.510 con Rango y Fuerza de Ley Orgánica de Hidrocarburos, de fecha 2 de noviembre del año 2001, configuró un nuevo marco jurídico que revirtió el proceso de privatización gradual a la cual se le expuso en los

años noventa y permitió retomar el control de sus recursos energéticos para beneficiar al pueblo venezolano.

En este marco, PDVSA se ha convertido en un ejemplo a seguir, un nuevo modelo de empresa petrolera nacional. Hoy, la actuación de PDVSA está subordinada a los grandes lineamientos del Proyecto Nacional Simón Bolívar y el Primer Plan Socialista (PPS) de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2007–2013, traducidos a su vez en objetivos estratégicos por el Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo, que a su vez fue fortalecido como ente rector de la política petrolera.

Las principales funciones de PDVSA incluyen planificar, coordinar, supervisar y controlar las actividades de sus empresas tanto en Venezuela como en el exterior; adicionalmente, sus actividades también incluyen la promoción o participación en aquellas, dirigidas a fomentar el desarrollo integral, orgánico y sostenible del país, incluyendo las de carácter agrícola e industrial, elaboración o transformación de bienes y su comercialización, y prestación de servicios, para lograr una adecuada vinculación de los recursos provenientes de los hidrocarburos con la economía venezolana.

PDVSA es una empresa eficiente, que tiene objetivos estratégicos que van más allá de la mera rentabilidad. Estos objetivos incluyen:

- La redistribución de riqueza del petróleo a la sociedad en general.
- Contribuir con propósitos claves de la política exterior venezolana como el fomento la cooperación integral con aliados estratégicos y la integración latinoamericana en un contexto de transición hacia la multipolaridad.
- Garantizar la seguridad energética, incluyendo el suministro doméstico de combustible.
- Fomento del desarrollo socio-económico a través de la industrialización y políticas de equidad social.
- Promoción de la soberanía tecnológica y desarrollo de recursos humanos altamente capacitados y motivados.

Aunque los objetivos sin fines de lucro de PDVSA son sumamente importantes para los objetivos nacionales, estos no interfieren con su capacidad de producir en un nivel técnicamente eficiente, maximizando el valor total que teóricamente podría ser obtenido de sus recursos petroleros.

Actualmente PDVSA es la cuarta empresa petrolera a nivel mundial y primera a nivel latinoamericano.

## **Identidad Organizacional**

### **Misión**

Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) además de las actividades relacionadas con el negocio medular petrolero: exploración, producción, refinación, mercado interno y ventas de exportación, interactúa mediante procesos de integración con todas las instituciones del Estado y de la sociedad del país y países de todos los continentes, así mismo, mantiene estrecha relación con las comunidades, promoviendo acciones que generen un alto impacto en el desarrollo social y económico, que contribuyan a erradicar la desigualdad en provecho de todos los venezolanos. Es por ello, que su misión está orientada a revalorizar los recursos naturales de petróleo y gas, para contribuir a garantizar una mejor calidad de vida al pueblo venezolano, generando la mayor riqueza posible a partir de la explotación, transformación y exportación de los hidrocarburos con el más alto contenido de valor agregado nacional, sustentada por trabajadores con suficiente capacidad técnica operativa que es parte integral de la nación, con dominio de tecnologías de punta, profundizando el aporte social de la industria al país y no solamente a través de las misiones sociales, sino con proyectos de desarrollo nacional, manteniendo una conexión recíproca entre sociedad y empresa mediante la expansión de las economías asociativas para lograr una mayor integración entre la empresa y su pueblo, así como la integración regional suramericana y latinoamericana, orientada a defender la soberanía y preservar la seguridad y defensa.

## **Visión**

Ser la unidad de negocios líder en refinación de PDVSA y el mundo, generando el máximo valor para la corporación y el país, trabajando conjuntamente con las instituciones y comunidades para contribuir con el desarrollo endógeno sustentable de la nación.

## **Valores Institucionales**

Petroleos de Venezuela Sociedad Anonima (PDVSA), fundamenta su gestión en los siguientes valores organizacionales:

### **Valores**

La empresa Petróleos de Venezuela mantiene valores que caracterizan su cultura y determinan la actuación de la corporación en cualquier lugar donde se desarrollan sus actividades, y que se expresan a través de las culturas particulares de sus filiales y empresas asociadas.

Los negocios se dirigen en función de cumplir la visión y misión establecida por la Corporación, fundamentados en los siguientes valores:

### **La Gente**

Reconocer al trabajador como su recurso más importante, el cual se sustenta la excelencia y el liderazgo competitivo de la corporación, ofreciéndole oportunidades de crecimiento y auto realización, tanto en el plano personal como profesional. Respeta la dignidad de todos sin discriminación.

### **Comunidad**

Esta representa el objetivo del compromiso social de la corporación, orientado hacia la búsqueda del bienestar nacional y, en especial, de las comunidades situadas en los lugares de operación y demás áreas de influencia, propiciando un desarrollo integral de las mismas.

## **Ética**

Constituye la fuerza moral que guía la actuación corporativa en todas sus esferas de acción y se expresa en el comportamiento íntegro observado por su personal en la vida familiar, profesional y social.

## **Naturaleza**

El medio ambiente representa el bien colectivo que permite la existencia del hombre; por todo eso, su mejoramiento, conservación y protección es un compromiso obligatorio asumido por la corporación en la planificación y ejecución de sus actividades.

## **Responsabilidad**

Es el modo de actuación corporativa consecuente con sus principios, que guía el comportamiento y los vínculos con sus relacionados.

## **Civismo**

Es la forma de actuación de la corporación, que se basa en el respeto de los diversos grupos socio – económicos y culturales de los países donde realiza sus actividades y con los cuales se mantienen relaciones de negocios.

## **Excelencia**

Es el nivel de exigencia que rige el desempeño de todos los integrantes de la corporación y que sustenta su competitividad y liderazgo mundial en los sectores energéticos y petroquímicos.

Otros como: Solidaridad, Sensibilidad Social, Compromiso, Integridad, Competitividad, Seguridad, Equidad, Respeto por la Gente.

## **Vocación de Servicio**

El objeto social de la misma es planificar, coordinar y supervisar la acción de las sociedades de su propiedad, así como para controlar que estas últimas en sus actividades de exploración, explotación, transporte, manufactura, refinación,

almacenamiento, comercialización o cualquiera otra de su competencia en materia de petróleo y demás hidrocarburos, ejecuten sus operaciones de manera regular y eficiente. Para el cumplimiento de su objeto social, PDVSA se rige por la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, así como por la Ley Orgánica que Reserva al Estado la Industria y Comercio de los Hidrocarburos, y por sus Reglamentos, por sus Estatutos Sociales, por las disposiciones que dicte el Ejecutivo Nacional y por las del Derecho Común que le fueren aplicables. En el territorio nacional, Petróleos de Venezuela cuenta con la refinería más grande del mundo: el Complejo Refinador Paraguaná (CRP), compuesto por las plantas de Amuay y Cardón. Ubicado en la península del mismo nombre, en el estado Falcón.

### **Marco Legal**

Venezuela cuenta con un sólido y transparente marco legal en materia de hidrocarburos (gaseosos y no gaseosos), mediante el cual se promueve la participación de capitales estatales y privados, tanto nacionales como internacionales, con el propósito de garantizar el suministro de energía desde nuestro país hacia los mercados mundiales.

En esos instrumentos legales se basa la actividad de la industria petrolera nacional, siempre enmarcados en los principios que establece la Constitución Bolivariana en cuanto al tema energético. A continuación usted encontrará los instrumentos legales por los que se rige la actividad de la industria petrolera venezolana.

### **Leyes, reglamentos, resoluciones y demás normas relacionadas con la actividad de hidrocarburos y petroquímica**

- Ley Orgánica que reserva al estado bienes y servicios de las actividades primarias de los hidrocarburos. Publicada en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, número 39.173, de fecha 7 de mayo de 2009.



- Decreto Ley No. 5.200 de migración a Empresas Mixtas de los Convenios de Asociación de la Faja Petrolífera del Orinoco; y los Convenios de Exploración a Riesgo y Ganancias Compartidas.

#### Hidrocarburos Líquidos

- Ley Orgánica de Hidrocarburos Gaceta Oficial No. 37,323 - 13 de Nov 2001
- Reserva de Exportación o Importación de Productos Derivados de Hidrocarburos a Favor de las Empresas del Estado Decreto No. 1,648 - G.O. - 24 de Abril de 2002.
- Resolución No. 335 Comercio Fronterizo de Hidrocarburos No. 37,853 - 08 DE Enero de 2004.
- Resolución No. 236 Exportación de Combustibles No. 35,816 - 31 DE Octubre de 1995.
- Creación de la Comisión Interministerial para la Fijación de las Regalías Decreto No. 2,335 - No. 37,734 - 17 DE Julio de 2003.
- Resolución No. 197 que Establece la Rebaja de Impuesto al Consumo General Contribuyentes Dedicados a Refinación o Manufactura de Hidrocarburos No. 37,753 – 14 de Agosto de 2003.
- Resolución No. 336 Expendio de Combustible en Estabilidad de Expendio SAFEC No. 37,853 - 09 De Diciembre de 2004.
- Resolución 36690 para la Fijación de fletes de Transporte No. 38.091 - 21 Diciembre de 2004.
- Resolución 168 y 212 para la Determinación de Nuevas Áreas Geográficas de PDVSA Petróleo, S.A. No. 37,952 - 03 de Junio de 2004 / No. 37,996 - 06 de Agosto de 2004.

#### Hidrocarburos Gaseosos

- Ley Orgánica de Hidrocarburos Gaseosos No. 36,793 - 23 de Septiembre de 1999.
- Reglamento de la Ley de Hidrocarburos Gaseosos G.O. Extraordinaria No. 5,471 - 5 de Junio de 2000.

- Resolución Mediante la cual se delega en el ENAGAS la Instrucción de Expedientes Administrativos por casos de Infracción de la LOHG.
- Resolución No. 216 Fijación del Valor Fiscal del Gas Natural Asociado No. 37,645 - 07 DE Marzo de 2003.
- Resolución No. Para la Fijación de los Precios del Gas Metano en los Centros de Despacho.
- Resolución No. Para la Fijación de las Tarifas de Transporte y Distribución del Gas Metano.
- Resolución No. 165 para la Fijación de los Precios del GLP No. 36,227 - 13 de Junio de 1997.
- Resolución No. 197 Gas Natural para Vehículos No. 37,982 - 19 de Julio de 2004.

#### Petroquímica

- Ley de Estímulo al Desarrollo de las Actividades Petroquímicas, Carboquímica y Similares No. 36,537 - 11 de Noviembre de 1998.

#### Transporte terrestre

- Norma para el Transporte Terrestre de Hidrocarburos Inflamables y Combustibles Resolución 141 - G.O. No. 36,450 - 11 DE Mayo de 1998 / Resolución 357 y 359 - G.O. 38,083 - 09 DE Diciembre de 2004 / Resolución 36690 - G.O. No. 38,091 - 21 de Diciembre de 2004

#### PDVSA

- Designación del Presidente actual de PDVSA Decreto No. 3,264 - G.O. No. 38,082 - 08 de Diciembre de 2004.
- Estatutos de Petróleos de Venezuela, S.A. Decreto No. 3,299 - G.O. No. 38,081 - 07 de Diciembre de 2004.

## **Leyes, reglamentos, resoluciones y demás normas de aplicación general**

- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela
- Código Civil de Venezuela
- Código de Comercio
- Ley del Banco Central de Venezuela No. 37,296 - 3 Octubre de 2001
- Ley General de Bancos y Otras Instituciones Financieras No. Extraordinaria 5,555 - 13 de Noviembre de 2001.
- Ley para la Protección y Promoción de las Inversiones No. 37,489 - 22 de Julio de 2002.
- Ley para la Promoción de la Inversión Privada en Concesiones No. Extraordinaria 5,555 - 13 de Noviembre de 2001.
- Ley de Arbitraje Comercial No. 36,430 - 7 de Abril de 1998.
- Ley de Comercio Marítimo No. 5,551 - 9 Noviembre de 2001.
- Ley de Reactivación del Comercio Marítimo No. 37,323 - 13 de Noviembre de 2001.
- Ley de Derecho Marítimo y Actividades Relacionadas No. 37,321 - 9 de Noviembre de 2001.
- Ley General de Puertos No. 37,331 - 23 de Noviembre de 2001
- Ley de Áreas Costeras No. 37,319 - 7 de Noviembre de 2001
- Ley del Servicio Eléctrico No. Extraordinaria 5,568 - 31 de Diciembre de 2001.
- Reglamento General de la Ley del Servicio Eléctrico No. Extraordinaria 5,510 - 14 de Diciembre de 2001.
- Ley Orgánica de Telecomunicaciones No. 36,970 - 12 de Junio de 2000.  
Empresas del Estado
- Ley de Licitaciones No. Extraordinaria 5,556 - 13 de Noviembre de 2001
- Reglas para las Aplicación de las Licitaciones
- Ley Orgánica de la Contraloría General de la República
- Ley de Financiamiento Público
- Ley Orgánica de la Administración Pública No. 37,305 - 17 de Octubre de 2001

- Ley Anticorrupción No. Extraordinaria 5,637 - 7 de Abril de 2003
- Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación No. 37,291 - 26 de Septiembre de 2001
- Ley Orgánica de la Procuraduría No. Extraordinaria No. 5,554 - 13 de Noviembre de 2001

## Impuestos

- Código Orgánico Tributario No. 37,305 - 17 de Octubre de 2001
- Ley de Impuesto Sobre la Renta No. Extraordinaria 5,566 - 28 de Diciembre de 2001
- Reglamento de la Ley de Impuesto Sobre la Renta
- Ley de Impuesto al Valor Agregado No. 37,480 - 9 de Julio de 2002
- Reglamento de la Ley de Impuesto al Valor Agregado No. Extraordinaria 5,363 - 12 de Julio de 1999
- Ley Orgánica de Aduanas No. Extraordinaria 5,353 - 17 de Junio de 1999
- Reglamento de la Ley Orgánica de Aduanas No. Extraordinaria 5,129 - 30 de Diciembre de 1996
- Ley de Impuesto al Débito Bancario No. Extraordinaria 37,648 - 14 de Marzo de 2003

## Ambiente

- Ley Orgánica del Ambiente No. 32,004 - 16 de Junio de 1976
- Ley Penal del Ambiente No. Extraordinaria 4,358 - 3 de Enero de 1992
- Ley de Bosques y Agua No. Extraordinaria 1,004 - 26 de Enero de 1996
- Ley de Áreas Costeras No. 37,319 - 7 de Noviembre de 2001

## Tratados Internacionales

- Reglamentos del Pacto Andino Respecto al Tratamiento Común de Capital Foráneo, Marcas, Patentes, Licencias y Regalías No. 34,930 -13 Febrero de 1992.
- Tratado de Limitación de Áreas Marinas y Submarinas Entre Trinidad & Tobago y Venezuela No. 34,752 - 10 de Julio de 1991.
- Tratado con el Gobierno de los Estados Unidos de América Sobre Doble Tributación e Intercambio de Información No. Extraordinaria 5,427 - 5 de Enero de 2000

### **Ubicación Geográfica y Política**

El Complejo Refinador Paraguaná Amuay se encuentra ubicado al sur-oeste de la Península de Paraguaná en el municipio los taques del estado Falcón, a 10 minutos de la ciudad de Punto Fijo, sus límites son Norte población de campo medico; sur población de Ali Primera-Antiguo Aeropuerto; Este La población de Judibana y oeste el golfo de Venezuela. Como se observa en la gráfica satelital. Con una morfología de planicie caracterizada por suelos de gran dureza y piedra caliza, y un clima cálido con fuertes brisas o vientos alisios predominantes, escasas lluvias, costas marinas de aguas profundas y temperaturas templadas. Ver Figura N° 01.

La planta SUAY-2 se encuentra ubicada en el C.R.P. Amuay, sus limites son al norte: Planta HDAY 2/3; sur: Avenida G; este: Planta SUAY 3; oeste: Planta FMAY 1/2. Ver Figura N° 02

**Figura Nº 01.** Vista satelital Complejo Refinador Paraguaná - Amuay



**Fuente:** Google Earth (2016).

**Figura Nº 02** Vista satelital de la Planta SUAY 2.



**Fuente:** Google Earth (2016).

## **MOMENTO II**

### **CONTEXTO REAL DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

#### **Identificación de los principales problemas y necesidades vinculados con el área de conocimiento**

En Venezuela las refinerías fueron construidas hace aproximadamente 60 años y mantienen aún muchos procesos de forma semi-automático y con instrumentación obsoleta, los cuales necesitan la presencia de mayor recurso humano para realizarse de la forma más óptima posible.

Específicamente en el incinerador F-952 de la planta SUAY-2, han derivado una serie de problemas como lo son ambientales, seguridad del personal que labora en la planta y un atraso tecnológico con respecto a los nuevos sistemas, es por ello que es de vital importancia las mejoras en los sistemas instrumentados de la refinería

Para obtener el abordaje en el C.R.P. AMUAY perteneciente a la empresa PDVSA, de tal manera de identificar los principales problemas y necesidades presentes en dicha empresa, se elaboró una comunicación dirigida al Jefe de planta con copia al departamento de ingeniería de proceso e ingeniería de confiabilidad con el fin de obtener información detallada del objeto diagnóstico y solicitando la autorización por su parte para desarrollar el proyecto socio comunitario, en la empresa antes mencionada.

A través de las comunicaciones dirigidas al equipo de trabajo se pudo conocer que existen varios problemas, los cuales se describen a continuación:

1. Obsolescencia en el encendido del incinerador F-952 de la planta SUAY-2 del C.R.P- Amuay.
2. Obsolescencia de los paneles de control de los compresores de HYAY.
3. Sobre población de señales físicas (cableado) en el bunker de hidroprocesos.
4. Obsolescencia de válvulas de control en el complejo de hidroprocesos.

## **Jerarquizar y seleccionar el problema vinculado con el área de conocimiento**

En las comunidades podríamos definir los problemas comunitarios como aquellos que afectan el normal desenvolvimiento social de los habitantes de un espacio geográfico determinado.

Identificados los principales problemas del complejo de hidroprocesos del C.R.P. Amuay, se procede a jerarquizar los mismos en atención a los siguientes aspectos:

- a) Comunidad: Definido como el grado en que los problemas considerados afectan el buen desenvolvimiento de los integrantes de la comunidad.
- b) Ambiente: Definida como el grado en que los problemas considerados generan contaminación al medio ambiente.
- c) Seguridad Industrial: Definida como el grado en el que los problemas planteados pueden generar riesgos que causen incidentes y accidentes a los integrantes de la comunidad.
- d) Control y Monitoreo: Definida como el grado en que los problemas considerados carezcan de controles automáticos sobre ciertas variables y no sean visualizados en sala de control.

### **Escala de Evaluación**

Cada uno de los aspectos considerados como indicadores de jerarquía es evaluado mediante una escala de apreciación de tres (3) niveles: Bajo, Medio y Alto; asignándoles un valor numérico del 1 al 10 puntos respectivamente como se indica en la Tabla N° 01.



**Tabla N° 01.** Escala de apreciación

<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	<b>Niveles</b>
<b>1,2,3</b>	<b>4,5,6</b>	<b>7,8,9,10</b>	<b>Puntos</b>

**Fuente:** Los autores (2016)

### **Criterios de Evaluación**

Identificados los problemas vinculados con el área o tema de investigación, los indicadores y escala de evaluación, se procede a establecer los criterios a ser aplicados en el proceso de evaluación de dichos problemas en los siguientes términos:

- a) Se totalizaron los puntos asignados en cada indicador por problema.
- b) Se selecciona el problema con la mayor cantidad de puntos acumulados.

### **Matriz de Evaluación**

Identificados los problemas y establecidos los indicadores, la escala y los criterios de evaluación, se procede a la aplicación del instrumento de evaluación a los trabajadores de las plantas del complejo de hidropcesos Amuay, conformada por: Superintendencia, jefe de planta, operador sala de control, operador de campo, instrumentista, ingeniero de proceso e ingeniero de confiabilidad. Como resultado de la aplicación del instrumento de evaluación se genera la siguiente Matriz de Evaluación. Los resultados numéricos de la referida evaluación se procesan y se tabulan para ser visualizado en la siguiente tabla.

**Tabla N° 02:** Matriz de evaluación

Identificación del Problema		Indicadores			
		(a)	(b)	(c)	(d)
1	Obsolescencia en el encendido y control del incinerador F-952 de la planta SUAY-2 del C.R.P.-Amuay	6	7	7	7
2	Obsolescencia de los paneles de control de los compresores de HYAY,	5	5	6	7
3	Sobre población de señales físicas (cableado) en el bunker de hidropresos,	4	2	4	5
4	Obsolescencia de válvulas de control en complejo de hidropresos.	5	2	3	3

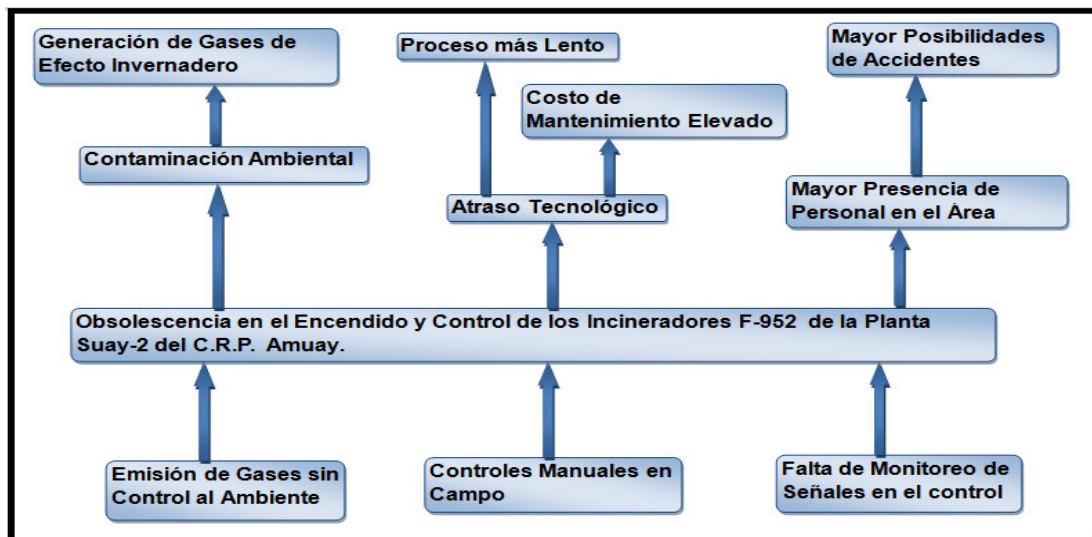
**Fuente:** Los autores (2016)

Una vez aplicada la matriz de jerarquización, la comunidad de trabajadores le dio prioridad al problema número uno (01); como puede apreciarse, ponderó la mayor cantidad de puntos con respecto a las demás situaciones problemáticas citadas. Dicha situación refleja la falta de instrumentación automática que permita la protección de los equipos asociados a la planta; así como la emanación de gases de desecho hacia la atmósfera lo cual ocasiona contaminación. Igualmente se evidencia falta de monitoreo de algunas señales en sala de control por lo que requieren de mayor presencia de personal en el área para visualizar dichas señales y realizar las acciones de protección de manera manual.

Por este motivo la presente investigación plantea el desarrollo de un sistema de control automático con tecnología de punta que regule las emanaciones de gases hacia la atmósfera cumpliendo con los protocolos internacionales y realizar el monitoreo de las variables de proceso desde la sala de control, lo cual permitiría no exponer de manera prolongada al personal en la planta.

A continuación, se procedió a la elaboración de un Diagrama Causa - Efecto para el análisis del problema seleccionado a mayor profundidad. La Figura N° 03 muestra las causas, el problema y las consecuencias que se generan del mismo.

**Figura Nº. 03.** Diagrama Causa - Efecto del problema seleccionado



**Fuente:** Los autores (2016).

### **Vinculación con el Plan de la Patria 2013-2019**

El segundo Plan Socialista de la Nación, Simón Bolívar 2013-2019 da continuidad a los planes y programas que ha desarrollado la Revolución Bolivariana y Socialista en las últimas dos décadas. Busca concretar la operatividad en este periodo de tiempo (2013-2019) con los objetivos supremos fijados en la utopía concreta robinsoniana y bolivariana, definida hoy por los 5 grandes objetivos históricos los cuales son:

- I. Libertad: Defender, expandir y consolidar el bien más preciado que hemos reconquistado después de 200 años: la independencia nacional.
- II. Socialismo: Continuar construyendo el socialismo bolivariano del siglo XXI, en Venezuela, como alternativa al sistema destructivo y salvaje del capitalismo y con ello asegurar la “mayor suma de seguridad social, mayor suma de estabilidad política y mayor suma de felicidad” para nuestro pueblo.
- III. Venezuela país potencia: Convertir a Venezuela en un país potencia en lo social, lo económico y lo político dentro de la Gran Potencia Naciente de

América Latina y el Caribe, que garanticen la conformación de una zona de paz en nuestra América.

- IV. Mundo pluripolar: Contribuir al desarrollo de una nueva geopolítica internacional en la cual tome cuerpo un mundo multicéntrico y pluripolar que permita lograr el equilibrio del universo y garantizar la paz planetaria.
- V. Salvar al planeta: Preservar la vida en el planeta y salvar la especie humana.

Todo esto fue propuesto por el fallecido Comandante Hugo Rafael Chávez Frías y presentado a la asamblea nacional por el Presidente de la República Nicolás Maduro, donde fue aprobado como ley de la República.

Luego de analizados los cinco (05) objetivos históricos del segundo Plan Socialista de la Nación se logró enmarcar el proyecto de investigación en los siguientes aspectos:

En su III objetivo histórico denominado **SPS (2013)** “CONVERTIR A VENEZUELA EN UN PAÍS POTENCIA EN LO SOCIAL, LO ECONÓMICO Y LO POLÍTICO DENTRO DE LA GRAN POTENCIA NACIENTE DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, QUE GARANTICEN LA CONFORMACIÓN DE UNA ZONA DE PAZ EN NUESTRA AMÉRICA.” (P.26)

Objetivo Nacional: **SPS (2013)** “3.1 Consolidar el papel de Venezuela como Potencia Energética Mundial”. (P.27)

Objetivo general: **SPS (2013)** “3.1.11 fortalecer y profundizar las capacidades operativas de nuestra empresa nacional petroleros de Venezuela”. (P.28)

Objetivo específico: **SPS (2013)** 3.1.11.2 incrementar la confiabilidad y disponibilidad de la infraestructura de recolección, tratamiento, almacenamiento, embarque, medición y refinación de hidrocarburos. (P.28)

En su V objetivo histórico denominado **SPS (2013)** “CONTRIBUIR CON LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA EN EL PLANETA Y LA SALVACIÓN DE LA ESPECIE HUMANA”. (P.37)

Que tiene como objetivo nacional **SPS (2013)** “5.4 Contribuir a la conformación de un gran movimiento mundial para contener las causas y reparar los efectos del cambio climático que ocurren como consecuencia del modelo capitalista depredador”. (P.38)

Objetivos Estratégicos y objetivos generales **SPS (2013)** “5.4.2 Diseñar a nivel nacional, un plan nacional de mitigación, que abarque los sectores productivos emisores de gases de efecto invernadero, como una contribución voluntaria nacional a los esfuerzos para salvar el planeta”. (P.39)

Objetivo específico: **SPS (2013)** “5.4.2.1 Promover la transformación de aquellos sectores productivos, a nivel nacional, alineados a la ética transformadora del modelo económico socialista, con especial énfasis en el sector energético, agrícola u pecuario, gestión de desechos sólidos y bosques”. (P.39)

La presente propuesta tiene vinculación directa con el plan de la patria en su tercer objetivo al incrementar la confiabilidad de la planta SUAY-2 con la automatización del proceso y a su vez cumple con el quinto objetivo al disminuir la cantidad de gases de efecto invernadero liberados a la atmósfera.

### **Vinculación en el problema seleccionado con el área del conocimiento**

Con base a las entrevistas realizadas a los trabajadores del C.R.P. Amuay, en el departamento de operaciones; se pudo conocer sus principales problemas los cuales fueron descritos anteriormente, y con el objeto de dar solución a los mismos, se ha decidido diseñar un sistema de control automático para el encendido y apagado de los incineradores F-952 de la planta SUAY-2 del C.R.P. Amuay; para de esta manera brindarles mayor seguridad y confiabilidad en los procesos desarrollados por estos equipos.

El desarrollo del sistema propuesto es posible gracias a los conocimientos adquiridos en el transcurso de la formación como Ingenieros en Instrumentación, en las asignaturas como: matemáticas, control moderno, procesos industriales, control de procesos, fundamentos de gerencia, analisis y procesamientos de señales las cuales han proporcionado los lineamientos y herramientas tecnológicas necesarias para poder diseñar el mencionado sistema; considerando que este es el problema más factible para abordar dentro de la empresa según el área de conocimiento antes descrita.

## **Definición de Propósitos**

### **Propósito General**

Diseñar un sistema de protección para el encendido y apagado del incinerador F-952 de la planta SUAY-2 del C.R.P. Amuay.

### **Propósitos Específicos**

- Identificar la situación actual del sistema del incinerador F-952.
- Esquematizar el diseño del sistema propuesto del equipo F-952
- Determinar los equipos de instrumentación a utilizar en el diseño.
- Diseñar la lógica y narrativas para sistema propuesto.

## **Beneficiarios del proyecto**

### **Beneficios Directos**

Los principales favorecidos con la ejecución de este proyecto son los trabajadores del C.R.P. Amuay, perteneciente a la empresa PDVSA, debido a que se realizará la automatización del sistema de protección para el encendido y apagado del incinerador F-952 de la planta SUAY-2; permitiendo de esta manera evitar la exposición prolongada a riesgo de accidente al personal que labora en dicha planta, proporcionando mayor eficiencia y desempeño en sus labores cotidianas.

## **Beneficios Indirectos**

Dentro de los beneficiarios indirectos tenemos a todas aquellas personas que habitan los municipios Carirubana, Los Taques y parte del Estado Falcón debido a que se minimiza la contaminación ambiental; asimismo resultan beneficiados los autores y ejecutores del diseño ya que nos brinda la oportunidad de desarrollar y poner en práctica parte de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera como ingenieros en instrumentación, y por ultimo pero no menos importante la Universidad Politécnica Territorial de Falcón “Alonso Gamero”, por generar personal altamente calificado con los conocimientos suficientes que ayuden al desarrollo sustentable de nuestro país.

## **Viabilidad del Proyecto**

### **Económica**

Se puede considerar como viable desde el punto de vista económico, debido a que el departamento de Ingeniería de instrumentación y control pueden gestionar los recursos necesarios para la ejecución del proyecto como lo son la compra de equipos y materiales, con respecto a la mano de obra no representará un costo adicional a la empresa ya que se ejecutará con personal propio de la misma. Por otro lado el aumento de la confiabilidad operacional del sistema a automatizar, disminuirá las pérdidas de oportunidades por paradas no programadas lo que se reflejará en mayores ganancias para la empresa.

### **Ambiental**

Con la puesta en marcha de este proyecto el C.R.P Amuay se minimiza la probabilidad de fallas por lo que se garantiza que disminuya significativamente la emisión de gases ácidos a la atmósfera contribuyendo de esta manera con los compromisos adquiridos en el tratado de Kioto y planteado en el quinto objetivo

histórico del plan de la patria y de esta manera proteger el planeta tierra del cambio climático.

### **Social**

Este proyecto genera bienestar social debido a que es totalmente posible desde el punto de vista legal y técnico. Los motivos para elegir este proyecto de automatización del incinerador son las siguientes: brindar seguridad, disminuir la exposición a riesgo de accidente al personal que labora en la planta por no poseer sistemas de protección; así como resguardar a las comunidades vecinas que conviven alrededor del C.R.P. Amuay con la disminución de gases ácidos a la atmósfera.

### **Política**

El proyecto es factible con el manejo interno de la empresa; las políticas ambientales en Venezuela se encuentran sustentadas en la Constitución, y en los acuerdos internacionales suscritos y bajo una extensa y completa legislación ambiental. Aunque Venezuela ha sido tradicionalmente un país defensor de los derechos ambientales, la puesta en vigencia de la constitución del año 1999 simbolizó un cambio importante en materia ambiental, el Estado venezolano también ha previsto su adecuación hacia el cumplimiento de los acuerdos internacionales suscritos, en especial a la Agenda 21 y los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), como principales plataformas de acción para alcanzar un desarrollo ambientalmente sostenible. Con esto se puso de manifiesto que el Desarrollo Sustentable es el sendero que nuestro país debe tomar en sus planes de desarrollo. De esta forma, se da cumplimiento a los principios de desarrollo sostenible descritos en la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo en 1992 (Agenda 21), reconociendo que la superación de la pobreza y el mejoramiento de la calidad de vida de la población, no son posibles si no se garantiza la protección del ambiente.



## **MOMENTO III**

### **SUSTENTOS EPISTEMOLOGICOS Y METODOLOGICOS**

#### **Sustentos Teóricos**

En este apartado se exponen los aspectos teóricos que sustentan la investigación tales como: normas, bases teóricas y definiciones básicas, así como todos los fundamentos que orienten este estudio.

En este orden de ideas, el sustento teórico en la presente investigación fue de gran importancia debido a que el tema propuesto que lleva por nombre Diseño de un sistema de control automático para el encendido y apagado de los incineradores F-952 y los sopladores BL-951 de la planta SUAY-2 del C.R.P. Amuay, se elaboró mediante la recopilación de ideas, conceptos y definiciones teóricas para sustentar el mismo y además, se fundamenta mediante normativas internas de la empresa y normas internacionales vigentes.

#### **Normas ANSI / ISA 5.1**

##### **Definiciones**

Para la comprensión de esta norma se entregan las siguientes definiciones para un tratamiento más completo vea ISA-S51.1 y el ISA-S75 de las series estándar. Los términos entre comillas en una definición son también detallados en esta sección.

- **Accesible.-** (Accessible) Este término se aplica a un dispositivo o una función, la cual puedes usarse o verse por un operador, con el propósito de efectuar acciones del control Por ejemplo: Cambiar el Set Point, Transferencia Manual Automático, Acciones de ON OFF.
- **Alarma.-** (Alarm) Un dispositivo o función que señala la existencia de una condición anormal por medio de unos cambios discretos audibles o visuales o ambos cuyo objetivo es atraer la atención. No se recomienda que se emplee el término switch de alarma o alarma en general para designar un dispositivo, que

realiza una acción simple como abrir o cerrar un circuito que podría considerarse como una situación de desconexión enclavada normal o anormal o poner en servicio, parar, o actuación de una luz piloto o un dispositivo de alarma o similares. El primer dispositivo se designa correctamente como un switch de nivel, un switch de flujo, etc. Debido que el abrir y cerrar es lo que el dispositivo realiza. El dispositivo puede designarse como alarma solamente si el dispositivo mismo contiene la función de alarma (ver tabla 2 nota 13).

- Asignar.- (Assignable) Término aplicado a la indicación que permite dirigir o canalizar una señal a un dispositivo u otro elemento sin la necesidad de unir o cambiar alambrado.
- Estación Auto – Manual.- (Auto – manual station) Sinónimo de Estación de Control.
- Globo.- (balloon) Sinónimo de burbuja o de círculo simple que encierra un número o una letra.
- Detrás del panel.- (Behind the panel) Un término aplicado a una localización que esta dentro de una área que contiene (1) el panel de instrumento (2) conexiones y montaje asociado, o (3) que esta encerrada dentro del panel o tablero.. Los dispositivos “detrás del panel” se refiere a que en condición normal no es accesible por el operador.
- Binario (Binary) Término aplicado a una señal o dispositivo que solamente tiene dos posiciones discretas o estados. Al usarse de manera simple como “señal binaria que es opuesta a señal análoga significa dos estados.
- Posibles ON – OFF o High - Low ejemplo aquel que no representa un estado continuo.
- Placa (Board) Sinónimo de panel.
- Burbuja.- (Bubble) El símbolo circular tiene como propósito identificar un instrumento o una función y puede tener un número como etiqueta.
- Dispositivo computacional.- (Computing device) Un dispositivo o función que realiza uno o más cálculos u operaciones lógicas o ambas, enviando como resultado una o más señales de salida. Algunas veces se le llama relé computacional.

- **Configurable.**-(Configurable) Termino aplicable a un dispositivo o sistema cuyas características funcionales pueden seleccionarse o arreglarse a través de una programa u otros métodos. Este concepto excluye el “realambrado” como medio de alterar una configuración.
- **Controlador.**-(Controller) Un dispositivo que tiene una salida que varia para regular una variable controlada de una manera especifica. Un controlador puede tener instrumentos análogos o digitales o puede ser equivalente a un instrumento en un sistema de “control distribuido “.Un contralor automático varia su salida automáticamente en respuesta a una entrada directa o indirecta en la medición de variables de un proceso.En cambio un controlador manual es “una estación local” y su salida no depende de la medición de las variables del proceso, por lo tanto su ajuste es manual. Un controlador puede estar integrado con otros elementos funcionales en un lazo de control.
- **Estación de Control.**-(Control station) Una estación de carga manual es la que permite la interrupción entre el modo manual y el automático de un lazo de control, se puede decir que es la interface del operador con un sistema de control distribuido y puede relacionarse como estación de control.
- **Válvula de Control.**-(Control valve) dispositivo que comúnmente es actuada manualmente en acciones ON OFF o semi actuada, que permite manipular el flujo en uno o más procesos de fluidos.  
Válvula de control manual estará limitada a la actuación manual de la válvula(1) que son usadas para acelerar o“estrangular”, (2) requiere identificación como un instrumento.
- **Convertidor.**-(Converter) Dispositivo que recibe señal de información desde un instrumento de una forma y envía una señal hacia una salida bajo otra forma. Un instrumento que cambia salida del sensor a una señal estándar no es propiamente un convertidor sino un transmisor. Típicamente un elemento de temperatura (TE) se puede conectar a un transmisor (TT) no a un convertido (TY). Un convertidor algunas veces se puede referir a un transductor, sin embargo, este término es completamente general y su empleo específico en conversión de señales no se recomienda.

- Digital.-(Digital) Término aplicado a una señal o dispositivo que usa dígitos binarios para representar valores continuos o estados discretos.
- Sistema de Control Distribuido.-(Distributed control system) Un sistema que opera funcionalmente integrado consistiendo en subsistemas que pueden operar física y remotamente separados unos de otros.
- Elemento Final de Control.- (Final control element) El dispositivo que directamente controla el valor de la variable manipulada de un lazo de control a menudo resulta ser una válvula de control.
- Función.-(Function) El propósito de o una acción efectuada por un dispositivo.
- Identificación.-(Identification) La Secuencia de dígitos o letras o ambos empleado para designar un instrumento o un lazo.
- Instrumento.-(Instrument) Un Dispositivo usado directa o indirectamente para medir y/o controlar una variable. El término incluye elementos primarios, elementos finales de control, dispositivos computacionales, y dispositivos eléctricos tales como anunciadores, interruptores y pulsadores El término no se aplica a partes (por ejemplo un fuelle receptor o resistencias) que son componenets internas de un instrumento.
- Instrumentación.-(Instrumentation) Una colección de instrumentos o su aplicación para el propósito de observar, medir, controlar o combinaciones de estas.
- Local.-(Local) La ubicación de un instrumento que no esta en un panel o consola y no esta montado en una la sala de control. Los instrumentos locales están comúnmente en la vecindad de un elemento primario o de un elemento final de control. La palabra “campo” (field) se usa comúnmente como sinónimo de local.
- Panel Local.- (Local panel)Un panel local no es un panel principal. Los paneles locales se ubican en las cercanías de los subsistemas o sub áreas de la planta. El término “panel de instrumentación local” no debe confundirse como “instrumento local”.
- Lazo o Loop.- Combinación de dos más instrumentos o arreglo de funciones de control también el paso de señales de uno a otro con el propósito de medir y/o controlar una variable de un proceso.

- Estación de carga Manual.-(Manual loading station) Dispositivo o función que tiene un ajuste manual de la salida usado para actuar con uno o más dispositivos de control remoto La estación no provee interruptores entre el modo de control manual o automático de un lazo de control.( Ver controlador y estación de controlador) La estación puede tener indicadores integrados a ella; Luces, u otros características. Se le conoce como estación manual o carga manual.
- Medición.-(Measurement) Determinación de la existencia o magnitud de una variable.
- Monitor.- Termino general para un Instrumentos o sistemas de instrumentos que miden o detectan el estado o magnitud de una o más variables con el propósito de obtener una información útil. El término monitor es muy ambiguo se asocia generalmente con analizadores, indicadores o alarmas. En algunos casos se usa como verbo “monitorear”
- Luz Monitor.-(Light monitor)Sinónimo de luz piloto.
- Panel.- Una estructura que tiene un grupo de instrumentos montados en ella, que encierra interfaces para el operador del proceso y es seleccionada con una designación única. El panel puede consistir en una o más secciones, cubículos, consolas o escritorios, sinónimo de tablero (board).
- Panel de Montaje-(Panel – mounted) Termino aplicado a un Instrumento que están instalados en un panel o consola y son accesibles al operador en forma normal. Una función que normalmente es accesible a un operador en un sistema de visualización compartida, es el equivalente de un dispositivo montado en un panel discreto.
- Luz Piloto.-( Light pilot) luz que indica cual son las condiciones normales de un sistema o dispositivo. Por ejemplo luz de alarma que indica condición anormal. Se le conoce también como luz monitor.
- Elemento Primario.-(Primary element) sinónimo de sensor o detector.
- Proceso.-(Process) Cualquier Operación o secuencia de operaciones que involucra un cambio de energía, estado, composición, dimensión u otras propiedades que pueden definirse respecto a una referencia.

- Variable de Proceso.-(Process variable) Cualquier variable perteneciente a un proceso En esta norma se aplica para todas las variables que no sean las de señales de instrumentación.
- Programa.-(Program) Secuencia repetitiva de acciones que definen el estado de salidas relacionadas con los valores dado por las entradas.
- Controlador Lógico Programable.- Dispositivo que posee múltiples entradas y salidas y que contiene un programa modificable.
- Relé.- dispositivo cuya función es pasar una información inmodificable a otra en alguna forma modificada Se usa a menudo como un medio “dispositivo computacional. ”El último término es preferido. Se aplica específicamente en electricidad, neumática o hidráulica como interruptor que actúa bajo una señal, también es aplicable a funciones efectuadas por un rele.
- Scan.- Para “monitorear” en una forma predeterminada el estado cada una de las variables de un proceso en forma periódica, puede estar asociado con otras funciones como alarma y memoria.
- Sensor.- Parte de un lazo o un instrumento que primero sensa el valor de la variable de un proceso y que asume el valor correspondiente predeterminado para el estado de la salida. El sensor puede estar separado o integrado a cualquier elemento funcional del lazo. Se le conoce también como detector o elemento primario.
- Set point.- Punto de referencia para una variable de entrada que establece el valor deseado de la variable a controlar. Se puede establecer en forma manual, automáticamente o programada. Su valor se expresa en la misma unidad que la variable controlada.
- Display de Pantalla.- Dispositivo de interfaz, para el operador, Comúnmente pantalla de video empleada para controlar información desde de las fuentes hacia el operador.
- Controlador compartido (Shared controller).- Elemento que contiene algoritmos preprogramados que usualmente son accesibles, configurables y asignables, permitiendo que un solo dispositivo controle varias variables.

- Interruptor (Switch).- Dispositivo que conecta, desconecta, selecciona o transfiere uno o más circuitos y no esta designado como un controlador, como un relé o como una válvula de control. Como verbo el término también es aplicable a las funciones efectuadas por los switch.
- Punto de Prueba (Test Point).- Es una Conexión al proceso con instrumentos no conectados permanentemente, es por extensión una conexión temporal o intermitente de un instrumento.
- Transductor (Transducer) . Terminio general para un Dispositivo que recibe información de una o más formas de cantidades físicas, modificando esta información y/o su forma produciendo una señal de salida. Dependiendo de su aplicación en el proceso puede ser un elemento primario, transmisor, relé, convertidor u otro dispositivo. Pero el terminio transductor no es específico, su uso para aplicaciones específicas no se recomienda.
- Transmisor. (Transmitter) Dispositivo que detecta la variable de un proceso por medio de un sensor y tiene una salida cuyo valor en el estado estable varia como una función predeterminada de la variable del proceso. El sensor puede o no estar integrado al transmisor.

### **Visión general del sistema de identificación**

#### **Generalidades**

- a) Cada instrumento o función a ser identificado es designado por un código alfanumérico o un número de etiqueta, como se indica en la figura N° 04. En un lazo las partes se identifican con una etiqueta generalmente común a todos los instrumentos o funciones pertenecientes al lazo. Se puede agregar un sub fijo o un prefijo para complementar la identificación. La identificación típica se muestra en la Tabla N° 03.

**Tabla N° 03. Numero de Etiquetas**

<b>NUMERACIÓN TÍPICA DE ETIQUETAS</b>	
TIC 103	Identificación de Instrumento o numero de etiqueta
T 103	Identificación de lazo
103	Numero de lazo
TIC	Identificación funcional
T	Primera letra
IC	Letras sucesivas
<b>NÚMERO ETIQUETA EXPANDIDO</b>	
10-PAH-5A	Número de etiqueta
I0	Prefijo opcional
A	Sub fijo opcional

**Fuente:** Normas ISA 5.1 (2009)

Nota: Los guiones son opcionales como separadores

- b) Los números de los instrumentos en los lazos pueden tener código de información relacionada, con la planta y el área designada para ellos.  
Es también posible establecer una serie de números específicos para designar funciones especiales por ejemplo la serie 900 al 999 se podría usar para lazos cuya función primaria está relacionada con seguridad.
- c) Cada instrumento se pueden representar en los diagramas mediante un símbolo y este puede estar acompañado por un numero identificador (tag).

### **Identificación Funcional**

- a) La identificación funcional de un instrumento o su equivalente funcional consiste de letras tomadas de la tabla 1, que incluye una primera letra (designando la medición o variable inicial) y una o más letras sucesivas (designan las funciones ejecutadas).
- b) La identificación funcional de un instrumento esta de acuerdo a la función y de no acuerdo a su construcción. Así un registrador diferencial de presión usado en la medición de flujo se identifica como FR. Un indicador de presión y un interruptor actuado por presión conectado a la salida de un transmisor neumático de nivel se identifica como LI y LS respectivamente En un instrumento que este



en lazos, la primera letra de la identificación funcional se selecciona acorde con la medición o variable inicial y no de acuerdo a la variable manipulada. Así una válvula de control que varía el flujo de acuerdo a los niveles a controlar es LV y no FV.

- c) Las letras sucesivas de la identificación funcional, designan una o más lecturas o funciones pasivas y/o funciones, de salidas. Se pueden modificar las letras si es necesario, agregando más letras en forma sucesiva. La modificación de letras parte de la primera y así sucesivamente según sea aplicable.

Así TDAL tiene dos modificadores. La primera letra D cambia la variable medida entra una nueva variable “diferencial de temperatura”. La letra L fija la función. A representa una alarma.

- d) La secuencia de identificación de letras comienza con una primera letra de acuerdo con tabla 1 La lectura o letras de funciones pasivas siguen un orden y las salidas lo mismo, en una secuencia excepto la letra C ( control) precedida de la letra V (válvula) por ejemplo PCV es válvula control automática Sin embargo las letras de modificación se usan colocadas inmediatamente a la letra que ellas modifican.

- e) Un dispositivo de funciones múltiples se puede simbolizar en un diagrama por tantos círculos como variables medidas tenga, salidas y/o funciones Así un controlador de temperatura con interruptor se identifica por dos círculos tangentes uno como TIC-3 y otro como TSH-3.El instrumento se podría indicar como TIC/TSH-3 para todos los casos de escritura y referencias Si se desea, se puede abreviar como TIC-3 puede ser identificación general o para la adquisición, mientras TSH-3 puede ser empleado para los diagramas eléctrico.

- f) Las letras funcionales agrupadas para un instrumento pueden minimizarse de acuerdo al sentido común del usuario. El número total de letras dentro de un grupo no debe exceder de 4. El número mínimo dentro de un grupo se puede determinar por:

- Arreglo De letras funcionales dentro de sub grupos Esta práctica se explica en punto 4.2.6 para los instrumentos que realizan más de una medida de variables o entradas pudiéndose usar en otros instrumentos.

- Se omite la I (indica) si un instrumento grafica e indica la misma variable medida.
- g) Todas las letras de identificación funcional van sobre el componente.

### **Identificaciones de lazos**

- a) La identificación en los lazos consiste de: una primera letra y luego un número. Cada instrumento dentro del lazo tiene asignado el número correspondiente al lazo, este es único, y en el caso de numeración paralela es la misma letra. Un instrumento común a varios lazos llevaría la identificación del lazo predominante.
- b) La numeración de los lazos puede ser paralela o en serie. La numeración paralela se inicia con una secuencia numérica. Por cada nueva letra por ejemplo: TIC – 100, FRC – 100, AI – 100, etc. La numeración en serie se inicia con una secuencia simple de números para un proyecto o para grandes sectores de un proyecto manteniendo las primeras letras del lazo. Por ejemplo TIC – 100, FRC – 101, LIC – 102, AI – 103 etc. La numeración de la secuencia de un lazo puede comenzar con 1 o cualquier otro número tal como 001, 301 o 1201. El número puede incorporar un código de información, se recomienda ser en esto, lo más simple posible.
- c) Si un lazo tiene varios instrumentos con la misma identificación de funcional, se puede agregar un sufijo al número del lazo por ejemplo: FV – 2, FV – 2B, FV – 2C o TE – 25 – 1, TE – 25 – 2 etc. Sin embargo es más conveniente o lógico en determinadas situaciones designar a un par transmisor de flujo, por ejemplo como FT – 2 y FT – 3 en vez de FT-2 y FT-2B. El subfijo se aplica de acuerdo a la siguiente pauta:
- En componentes se empleara una letra por ejemplo A, B, C etc.
  - Para un instrumento como un registrador multipunto de temperatura que imprime números por punto de identificación, el elemento primario se numerará como TE-25-1, TE-25-2, TE-25-3 correspondiendo al número de identificación del punto.

- Para más subdivisiones de un lazo se designaran por sufijos alternados en serie de letras y números.
- d) Un instrumento que realiza dos o más funciones puede designarse por todas sus funciones. Por ejemplo un registrador de flujo FR-2 con una plumilla de presión PR – 4 se puede designar como FR-2 / PR- 4 y un registrador con dos plumillas puede ser PR-7/8 y tener una ventana de alarma común para alta y baja temperatura y sería TAHL-21. Nótese que el / no necesario cuando dispositivos separados y distintos no están presentes.
- e) Los accesorios de instrumentos como medidores de purga, sellos de depósitos, no se muestran en forma explícita en los diagramas, aunque podrían necesitar una designación con determinados propósitos, por lo que se les colocará su etiqueta de identificación en forma individual de acuerdo a sus funciones y deben usar la misma identificación del lazo como el instrumento que ellos sirven directamente. El dar una designación no implica que el accesorio deba aparecer en el diagrama. Los accesorios se identifican con números que estén asociados al instrumento aún más se podrían agregar palabras para clarificar. Así la unión entre un flange de orificio y su placa orificio FE-7, se podría marcar FX-7 y aparecer como FLANGES FE-7. Un medidor de purga asociado con un manómetro de presión PI-8, puede marcarse o etiquetarse como PI-8 PURGA. Un “pozo térmico “usado con un termómetro TI-9 se etiqueta como TW-9 pudiéndose marcar como TI- POZO TERMICO. Las reglas necesarias para identificar lazos no se aplican a instrumentos y accesorios que son comprados en grandes cantidades si esta es una práctica del usuario, para identificar estos ítem por otros medios.

## **Símbolos**

- a) Los ejemplos en estas normas que ilustran símbolos, son con el propósito de identificar la instrumentación en los diagramas y planos. Se entregan métodos para aplicar estos símbolos y sus identificaciones.

Los ejemplos muestran la identificación típica para instrumentación y las interrelaciones funcionales. Los símbolos que indican varios instrumentos o funciones aparecen en sus aplicaciones y formas típicas. De todas maneras no implica, que esta aplicación o designación de los instrumentos o funciones sean una forma única. No debe deducirse que la forma de representación que se entrega constituya un método recomendado en las ilustraciones de mediciones o control. Se entregan distintas alternativas sin que exista algo establecido relativo a los símbolos.

- b) El círculo se puede usar como un símbolo distintivo en válvulas de control, en el momento que se desee como marcador o etiqueta, en tal circunstancia la línea de conexión del círculo al símbolo del instrumento se dibuja cerrada pero sin tocarlo. En otras palabras el círculo representa al propio instrumento.
- c) Un símbolo distintivo que está relacionado con partes de lazo no es necesario individualizarlo con una etiqueta en el diagrama. Por ejemplo un flange de orificio o una válvula de control que son partes de un sistema mayor no necesitan mostrarse con etiqueta numerada en el diagrama. Además cuando hay un elemento primario conectado a otro instrumento en un diagrama, El uso de un símbolo para representar al elemento primario en el diagrama es opcional.
- d) Una explicación breve se puede agregar adyacente al símbolo o línea para aclarar la función de un ítem. Por ejemplo las notaciones 3-9 psig y 9-15 psig adyacentes a las líneas de señal de dos válvulas que operan en rangos definidos tomadas junto con los símbolos para el modo falla. Permiten una completa comprensión. Similarmente cuando dos válvulas operan en modos separadas o mezcladas desde una señal común las notaciones 3-15 psig y 15-3 psig juntos con el modo de falla permiten el desarrollo de la función.
- e) Los tamaños de los círculos de etiquetado y los símbolos misceláneos que se muestran en los ejemplos son los tamaños generalmente recomendados; de todas maneras el tamaño óptimo depende del diagrama final, se puede reducir dependiendo del número de caracteres que se espera en las marcas o etiquetas que designen al instrumento. Los tamaños de otros símbolos se pueden

seleccionar apropiadamente con relación a los símbolos que acompañan en otros diagramas del equipo.

- f) En general los diagramas requieren de legibilidad, Los símbolos pueden tener cualquier orientación. Las líneas de las señales se pueden dibujar en los diagramas entrando o saliendo en una forma apropiada a un símbolo y en un ángulo cualquiera. De todas maneras la función block y sus designaciones de la Tabla 3 con la etiqueta de numeración, siempre debe dibujarse con orientación horizontal. Se pueden agregar Flechas de direcciones a las líneas de señales cuando aclaran la dirección del flujo de información El uso de tales flechas con sentido común especialmente en dibujos complejos a menudo facilita la comprensión del sistema.
- g) Las líneas de alimentación ya sean eléctricas neumáticas u otra no se indican a menos que sea esencial en la comprensión de la operación del instrumentos o del lazo.
- h) En general una línea de señal es suficiente para representar la conexión entre dos instrumentos en los diagramas de flujo aun cuando la conexión física tenga más de una línea.
- i) La secuencia que muestran en sus conexiones los instrumentos o las funciones en un lazo deben reflejar la función lógica o flujo de información, aunque esta disposición, no necesariamente corresponde a una secuencia de las conexiones de señales del proceso. Así un lazo electrónico usa señales análogas de tensión empleando para ello dos cables en paralelo, mientras que un lazo que emplee una señal análoga de corriente emplea una conexión "serie". Mientras en ambos diagramas se dibuja en forma similar empleando ambas, conexiones en paralelo, .Las interrelaciones funcionales se muestran claramente, manteniendo la presentación independiente del tipo de instrumentación que finalmente se empleara. La conexión correcta se mostrara en otro tipo de diagrama.
- j) La profundidad o detalle a emplearse en cada documento o presentación queda a criterio del usuario o del estándar. Los símbolos y sus designaciones en el estándar puedan describir a ambos, componentes y funciones. Los esquemas y papeles técnicos que normalmente tienen simbología e identificación altamente

simplificada. Los diagramas de flujo de los procesos son generalmente menos detallados que los diagramas de flujo de ingeniería. Los diagramas de flujo de ingeniería pueden mostrar todos los componentes de la línea , pueden diferir según el usuario en la cantidad de detalles de la línea En cualquier caso debe ser establecida la consistencia para cada aplicación. Los términos “simplificado” “conceptual” y “detallado” como son aplicados en los diagramas de 6.12 fueron seleccionados para representar una selección cruzada un uso típico. Cada usuario debe establecer la profundidad o el detalle que llena plenamente los propósitos de un documento específico o la esquema generado.

- k) Es práctica común en los diagramas de flujo de ingeniería omitir los símbolos de interconexiones de componentes que son en la actualidad necesario para un trabajo en sistemas. Es particularmente cierto cuando se simbolizan interconexiones de sistemas eléctricos. Por ejemplo un interruptor o limite de nivel puede mostrar la desconexión de una bomba o interruptores de flujo y presión pueden mostrar como actúan una válvula de solenoide u otro dispositivo de interconexión En ambos caso los Relés auxiliares eléctricos y otros componentes se pueden considerar detalles y mostrarse. Un transformador de corriente en algunos caso se puede omitir y mostrarse conectado directamente al proceso el receptor en este caso un motor eléctrico.
- l) Debido a las diferencias o distinciones entre display distribuido y control distribuido y funciones computacionales son a veces difusas, al seleccionar los símbolos para representarlas el usuario debe confiar en las definiciones de fabricantes, el uso muy particular en la industria, y el juicio personal.

**Tabla N° 04:** Nomenclatura implementada en el proceso

	PRIMERA LETRA		LETRAS SUCEASIVAS		
	MEDIDA O VARIABLE INICIAL	MODIFICADOR	LECTURA O FUNCION PASIVA	FUNCION DE SALIDA	MODIFICADOR
A	Análisis( 5,19)		Alarma	Opción usuario	Opción usuario
B	Arder, combustión		Opción usuario		
C	Opción usuario				
D	Opción usuario	Diferencial (4)			
E	Voltaje		Sensor Elemento primario		
F	Razón de flujo	Razón (fracción) (4)	Vidrio, Dispositivo		
G	Opción usuario				
H	Manual				High (7,15,16)
I	Corriente		Indicador (10)		
J	Potencia	Scan (7)			
K	Tiempo			Estación control	
L	Nivel		Luz (11)		Low (7,15,16)
M	Opción usuario	Momentáneo			
N	Opción usuario		Opción usuario	Opción usuario	
O	Opción usuario		Orificio, restricción		
P	Presión, Vacío		Punto (conexión de prueba)		
Q	Cantidad	Integrador, totalizador			
R	Radiación		Registro (17)		
S	Velocidad frecuencia	Seguridad (8)		Switch (13)	
T	Temperatura			Transmisor (18)	
U	Multivariable (6)		Multifunción (12)	Multifunción	Multifunción
V	Vibración, Análisis Mecánico (19)			Válvula, Damper	
W	Peso Fuerza				
X	No Clasificada	Eje X	No clasificada	No clasificada	No clasificada
Y	Evento, estado o presencia, posición dimensión	Eje Y		Rele, computador, convertidor	
Z		Eje Z		Actuador, Dirigir Elemento final no clasificado	

**Nota:** los números en el paréntesis especifican notas explicativas

**Fuente:** Normas ISA 5.1 (2009)

## Notas Explicativas

1. Es posible “como opción” del usuario emplear letras para significados que no estén en listas y que se deseen usar en un proyecto determinado. Si así sucede puede tener un significado como primera letra y otro como letra siguiente. Los significados se definirán únicamente mediante una leyenda u otro para el proyecto. Por ejemplo la letra N se puede definir como modulo de elasticidad si esta en primer lugar y como osciloscopio si es una letra siguiente.
2. La letra X no clasificada se extiende y cubre significados que no están en listas usándose una vez y en forma limitada. Si la usamos puede tener varios significados como primera letra y varios significados como letra siguiente. La excepción esta cuando se usa con un símbolo y se espera que el significado este definido en el exterior mediante una etiqueta en el circulo o burbuja del símbolo en un diagrama de flujo. Por ejemplo XR-2 puede ser un “registro de esfuerzo” y XX-4 como un” osciloscopio para esfuerzos”
3. El significado de una forma gramatical puede modificarse si así se requiere. Por ejemplo “indica puede aplicarse a “indicador” o “indicación”. “transmite” como “transmisor “o “transmisión” etc.
4. Una primera letra cualquiera si la empleamos con letra de modificación D (diferencial), F (razón), M (momento), K(tiempo o rango de cambio), Q(integrador o totalizador) o cualquier combinación que intente representar una nueva variable medida en forma separada. La combinación se trata con una primera letra Así instrumentos TDI y TI representan dos variables diferentes diferencial de temperatura y temperatura. Letras modificadoras se pueden usar en estas aplicaciones.
5. La primera letra si es A representa todos los análisis no descritos con una letra de “posible opción”,se espera que el tipo de análisis se defina mediante una etiqueta en el exterior del circulo o burbuja.
6. El uso de la letra U para una “multivariable” en una combinación como primera es opcional. Se recomienda que una designación de una variable no especificada la U se emplee en forma escasa.



7. El uso de términos modificatorios como “High”(alto) ,” Low”(bajo), “middle”(medio) y scan son opcionales.
8. El termino seguridad (safety) se aplica únicamente en elementos de protección primaria y elementos de control final de emergencia. Así la válvula semiactuada que previene la operación del fluido de un sistema mas alto que el valor deseado por descarga del fluido desde el sistema esta con presión de retorno en PCV aun si la válvula no esta comprometida a emplearse normalmente. Sin embargo si la válvula se designa como PSV se extiende a protecciones contra condiciones de emergencia por ejemplo condiciones producto del azar debido a operaciones humanas o del equipo que no se espera que sucedan normalmente. La designación PSV se aplica a todas las válvulas que protegen contra condiciones de presión de emergencia.
9. La función pasiva G se aplica en instrumentos o dispositivos que no tienen una visión de calibración tal como la vista a través de vidrios y monitores de televisión.
10. “Indicadores” normalmente se aplica a lecturas análogas o digitales en mediciones. En el caso de “ valores “de cargas se puede usar para la indicación de un dial o un seteo. Por ejemplo el valor de iniciación de una variable
11. Una luz piloto que es parte de un instrumento de un lazo se puede designar por una primera letra seguida de la letra L Por ejemplo una luz piloto que indica el tiempo de termino de un periodo se puede etiquetar como KQL. Si se desea etiquetar una luz piloto que no es parte de un instrumento de un lazo la luz se designa en el mismo “camino” Por ejemplo una luz piloto que indica la operación de un motor eléctrico se etiqueta como EL asumiendo que la tensión de la variable medida es apropiada o YL asumiendo que el estado de operación es monitoreado. Para variables no clasificadas X se puede emplear únicamente con ciertas limitaciones. La designación XL no se usa para indicar luz de partida de motores. Es permitido el uso de otras opciones con letras M, N o, O para luz de partida de motores cuando el significado esta previamente definido. Si se emplea M se debe ser claro que letra no estará para la palabra “motor” pero para un estado de monitoreo.

12. El uso de la letra U como letra siguiente en “ multi funcionamiento” es optativo en vez de una combinación de letras funcionales. La designación de funciones no especificadas se puede usar en forma restringida.
13. Un dispositivo que conecta, desconecta, o transfiere uno o más circuitos puede ser un interruptor, un relé, un controlador tipo ON – OFF o una válvula de control dependiendo de su aplicación. Si el dispositivo manipula el flujo del fluido de un proceso y no es una válvula de accionamiento manual ON –OFF se designara como una válvula de control automático Es incorrecto el uso de letras sucesivas CV si no es una válvula semi controlada. Para toda otra aplicación de procesos con flujos de fluidos el dispositivo se designa como:
- Un interruptor es actuado a manualmente.
  - Un interruptor o un controlador ON- OFF, si es automático y es el primer dispositivo en un lazo. El termino switch o interruptor se emplea habitualmente en los dispositivos de alarma, luces pilotos, selección de interlock, o seguridad.
  - Él termino “controlador” se refiere a un dispositivo usado en la operación normal de un control
  - Un relé si es automático y nos es el primer dispositivo en un lazo, por ejemplo si es actuado por un interruptor o por un controlador ON\_OFF
14. Se espera que las funciones asociadas con el uso de la letra Y o sucesivas se definirán fuera del circulo o burbuja etiquetado en un diagrama, cuando una definición con mayor explicación sea considerada necesaria. La definición no es necesaria cuando la función es evidente por si misma; como una válvula con solenoide en una línea de señal para fluido.
15. Los términos modificadorios “high”, “low” y “míddle o “intermediate” corresponden a mediciones de la variable y no a valores de la señal a menos que se indique lo contrario Por ejemplo una señal transmisora de alarma de nivel alto proveniente de una nivel debiera ser LAH aunque la alarma esté actuada cuando la señal cae a un valor bajo.

16. El termino “High” y “Low”, cuando se aplica a posiciones de válvulas se entenderá que “high” indicará que la válvula se acerca a una posición completamente abierta y el termino “low” a la posición completamente cerrada.
17. La palabra registro o “record” se aplica a cualquier forma de almacenamiento permanente de información que puede ser llamada por cualquier medio.
18. Para el uso de términos como “transmisor” y “conversor” vean definiciones.
19. La primera letra V en vibraciones o análisis mecánico se entiende como el comportamiento que cumple el monitoreo en maquinaria, en cambio la letra A es el comportamiento de un análisis más general. La excepción es en vibraciones donde se espera que la variable de interés se defina fuera, es decir en una etiqueta en el círculo o burbuja.
20. La primera letra Y se usa intencionalmente en el control y monitoreo son conducidos simultáneamente o conducidas en programas en el tiempo. La letra Y en esta posición puede significar presencia o estado.
21. La letra modificadora K en combinación con una primera letra como L, T, o W significa la velocidad de cambio de la variable inicial o de la variable medida. La variable WKIC por ejemplo puede significar un controlador de pérdidas de razón de peso.
22. La letra K como letra siguiente es una opción del usuario para designar una estación de control mientras que la letra C como letra siguiente se emplea para describir un controladores manuales o automáticos.

### **NFPA 86 Estándares para Hornos e Incineradores**

- Recintos a presión atmosférica para calentamiento de materiales
  - Clase A: calentamiento de materiales combustibles
  - Clase B: calentamiento de materiales no combustibles
  - Clase C: atmósfera inflamable
  - Clase D: otros
- Sistemas de calentamiento:
  - Internos y Externos
  - Directo o indirecto
  - Fuel oil, gas, eléctrico, etc.

- Requerimientos generales (constructivos, interlocks, etc.)

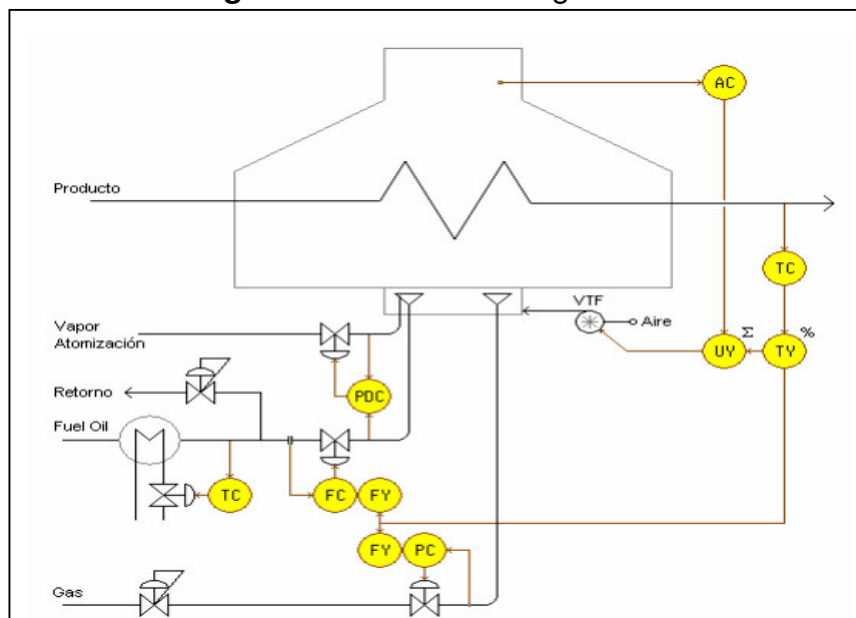
- Uso de equipos aprobados

Principios del SIS:

- PLCs:

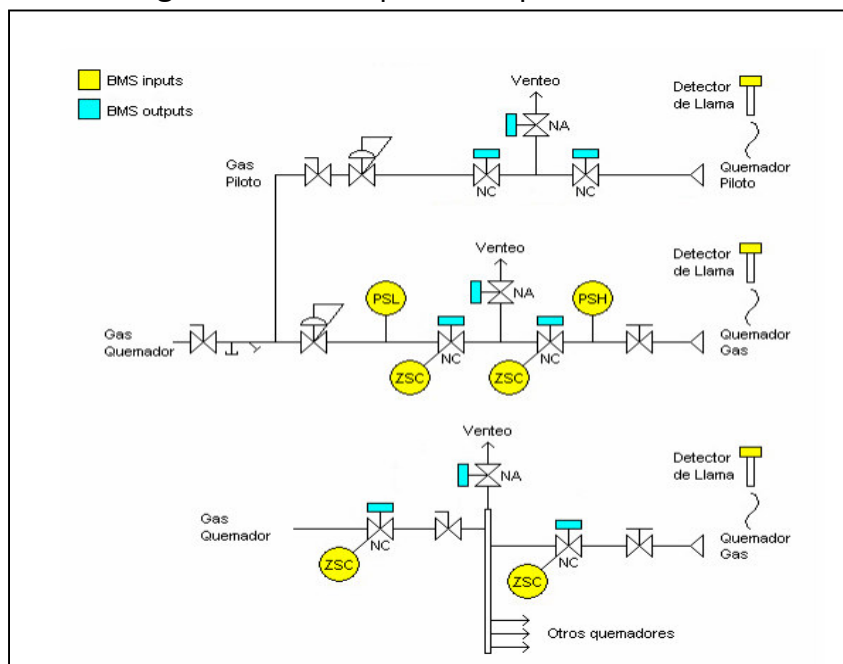
- Independencia de aplicaciones
- Protección contra alteraciones
- Seguro ante falla (energía, diagnóstico interno, watchdog externo, etc.)
- Sin relés intermedios (exc. estricta necesidad, req. failsafe)
  - Pulsador manual directo
  - Prohibición de bypass
  - Intervención manual para restablecimiento
  - Mantenimiento, documentación, entrenamiento
  - Barrido de gases
  - Encendido de piloto
  - Encendido de quemador
  - Supervisión de llama (independiente3)
  - Regulación
  - Bloqueos de combustible (individual o general)

**Figura N° 04. Control Regulatorio NFPA86**



**Fuente:** NFPA86 (2008)

**Figura N° 05. Esquemas Típicos NFPA86**



**Fuente:** NFPA86 (2008)

### **Controlador Lógico Programable (PLC)**

Pérez (1997) define Controlador Lógico Programable (PLC) como dispositivos electrónicos muy utilizados en las industrias. Su existencia data de finales de la década de 1960, cuando la industria buscó nuevas tecnologías para reemplazar los sistemas de control basados en relés, los cuales eran ampliamente utilizados en esa época y presentaban muchos problemas de mantenimiento y dificultad para hacer cambios en las lógicas de control.

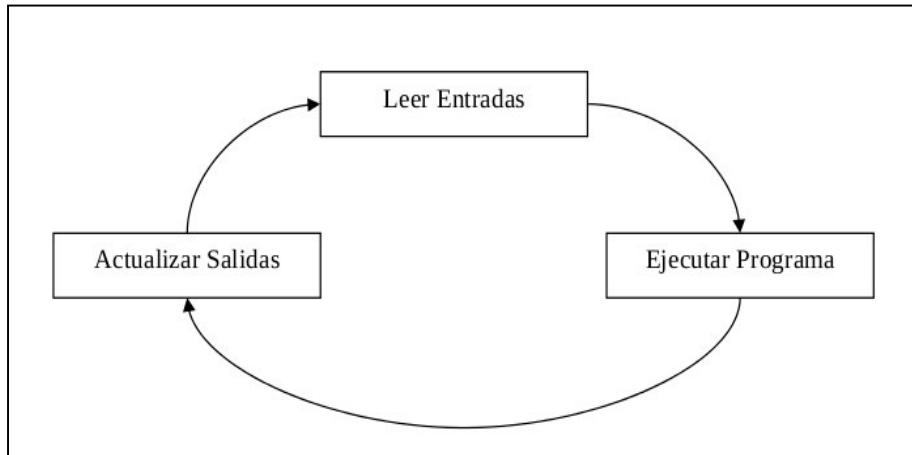
El autor antes mencionado indica que un PLC es un instrumento que permite el almacenado de instrucciones para realizar funciones como control de eventos secuenciales, control temporizado, funciones de contador, funciones aritméticas, manipulación de datos y comunicación con otros equipos. Además, debe poseer ciertas características como resistencia a ambientes industriales, fácil de programar y mantener, modular, reajutable, etc.

Un PLC está compuesto por tres elementos primarios: el CPU, los módulos de entrada y salida, y el programa. El CPU cuenta con el procesador que realiza la lógica; la memoria disponible, tanto para todos los tipos de variables como para el programa y; por último, la unidad de alimentación que permitirá el funcionamiento del PLC de manera normal para un gran rango de voltajes de entrada. Por medio de los módulos de entrada y salida se obtienen las lecturas de las variables de los procesos para poder ejecutar la lógica de control, y, a la vez, se envían las acciones resultantes del programa. Adicionalmente, se cuenta con módulos de comunicación que permiten intercambiar datos por diferentes vías y protocolos como por ejemplo vía serial, paralelo, Internet, etc.

Finalmente, el programa generalmente se ejecuta en una computadora aparte con un software especial para el desarrollo de las lógicas y luego, es descargado al PLC por medio de alguna tarjeta de comunicación. Los programas pueden estar escritos en diferentes lenguajes, siendo el principal el lenguaje escalera, además existen programas basados en tablas de estados, diagramas de bloques, texto estructurado, entre otros.

El principio de operación del PLC se basa en la ejecución continua del programa de control. Antes de cada ciclo de ejecución, se leen las señales de entrada provenientes del proceso, luego se ejecuta la lógica de control y finalmente, se actualizan las salidas que significarán cambios en el proceso. El tiempo requerido por el PLC para realizar un ciclo completo de operación (leer entradas, ejecutar programas y actualizar salidas) se denomina Scan. A continuación, en la figura1 muestra las operaciones de un PLC en un Scan.

**Figura N° 06.** Operaciones de un Scan

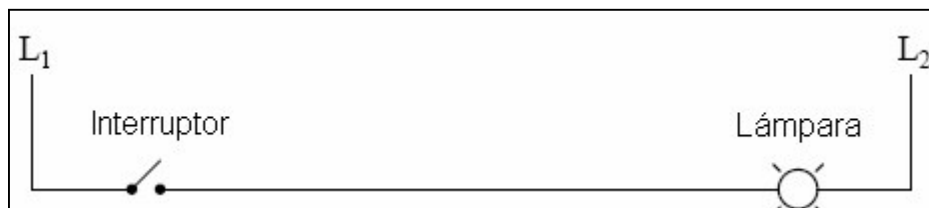


**Fuente:** Covarrubias (2006)

### Lenguaje Escalera

Kuphaldt (2005) lo define como un lenguaje de programación gráfico usado normalmente para elaborar la lógica de control de sistemas en la industria. Está basado en esquemas eléctricos de control clásico que son ampliamente conocidos. Su nombre proviene de la semejanza de los programas con una escalera, ya que poseen dos líneas o rieles verticales que representan la fuente de energía (línea izquierda) y la tierra (línea derecha), y tantos escalones (líneas horizontales) como circuitos de control se tengan que representar. Un ejemplo simple de un escalón de control se puede representar como un interruptor que, al estar activado, permite el encendido de una lámpara y en caso contrario la mantiene apagada. La representación de dicha lógica se muestra en la siguiente figura.

**Figura N° 07:** Ejemplo Escalón de Diagrama Escalera





**Fuente:** Kuphaldt (2005)

En la figura N° 07, L1 representa la línea de alimentación y L2 la línea de tierra. El interruptor y la lámpara simbolizan los elementos básicos del lenguaje escalera que son los contactos y bobinas respectivamente.

Los contactos se utilizan para desarrollar la lógica, y las bobinas son las salidas o respuesta del sistema para la lógica desarrollada; ambos elementos están asociados a un punto de entrada o salida, o a una variable interna dentro del programa. Dichos elementos funcionan de la siguiente manera:



**Tabla N° 05.** Simbología de Contacto y bobina normal

 Contacto	Se activa cuando hay un uno lógico en la variable a que esta asociado.
 Bobina	Se activa cuando la lógica que esta a su izquierda da un uno lógico, su habilitación conlleva a activar la variable a que esta asociada la bobina.

**Fuente:** Kuphaldt (2005)

Ambos elementos tienen otro estado de operación conocido como normalmente cerrado y funcionan como se muestra a continuación:

**Tabla N° 06.** Simbología de Contacto y bobina negados

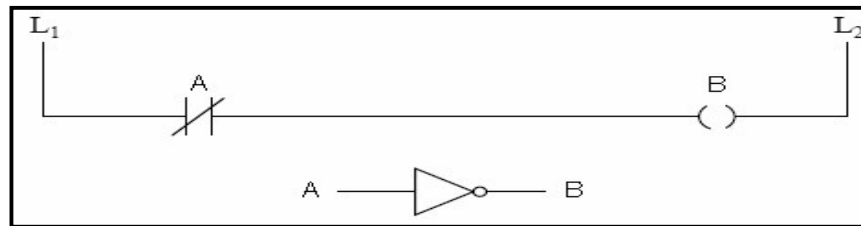
 Contacto	Se activa cuando hay un cero lógico en la variable a que esta asociado.
 Bobina	Se activa cuando la lógica que esta a su izquierda da un cero lógico, su habilitación conlleva a activar la variable a que esta asociada la bobina.

**Fuente:** Kuphaldt (2005)

Este modo equivale al funcionamiento de un negador lógico, como se puede observar en la siguiente figura.



**Figura N° 08.** Contacto Normalmente Cerrado.

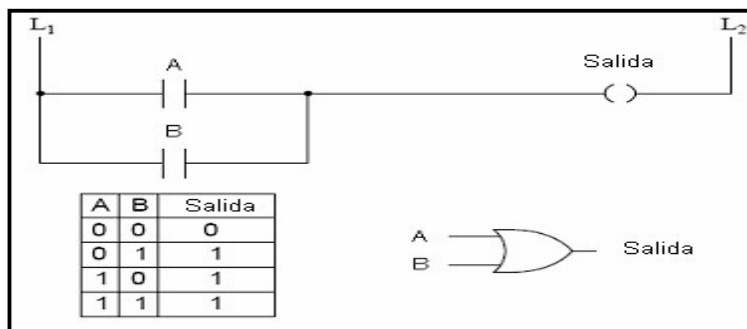


**Fuente:** Kuphaldt (2005)

Por medio de la utilización de múltiples contactos se pueden crear funciones lógicas conocidas, como el OR, AND, XOR, etc. Seguidamente, se muestra la representación de dichas funciones utilizando el estándar binario de 1 para activado y 0 para desactivado.

- OR: la bobina se energiza cuando cualquiera de los contactos se activa.

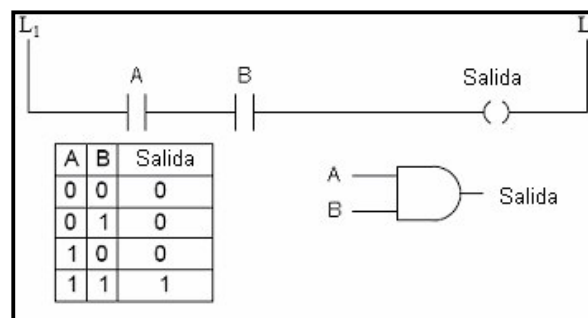
**Figura N° 09.** Compuerta OR



**Fuente:** Kuphaldt (2005)

- AND: la bobina se habilita solo cuando todos los contactos se activan.

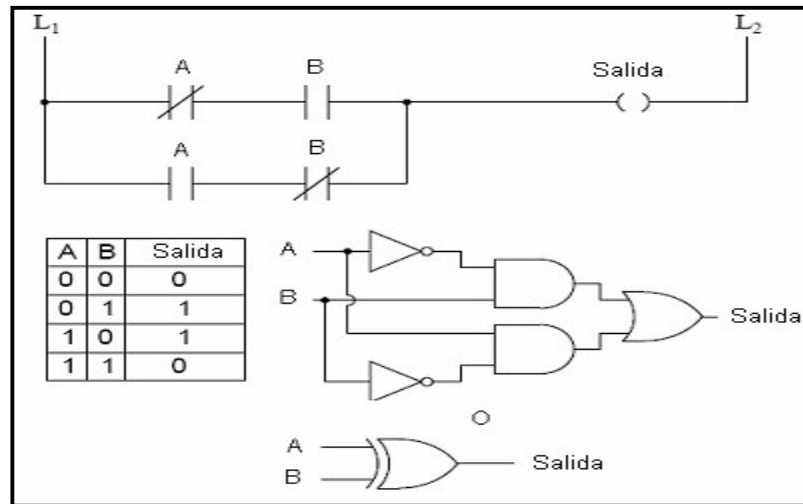
**Figura N° 10.** Compuerta AND



**Fuente:** Kuphaldt (2005)

- OR Exclusivo o XOR: la bobina se habilita cuando los contactos A y B se encuentran en estados diferentes.

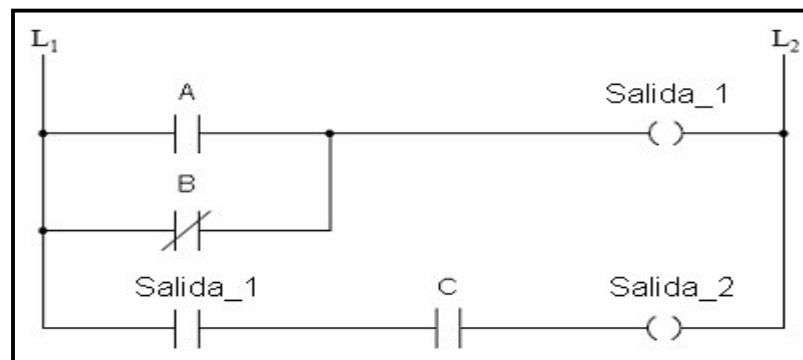
**Figura N° 11.** Compuerta OR Exclusivo



**Fuente:** Kuphaldt (2005)

Para realizar el XOR se utilizaron dos contactos por entrada, uno para la entrada directa y otro para la invertida; los dos contactos “A” están asociados a un mismo punto físico o de memoria por lo cual, cuando el mecanismo que controla dicho punto varía, el cambio se verá reflejado en ambos contactos. En general, los contactos y bobinas se encuentran asociados a la variable con el mismo nombre del elemento, y no hay un límite para el número de elementos a usar. A continuación se muestra un ejemplo donde la salida de un escalón se emplea como entrada en otro.

**Figura N° 12.** Ejemplo lógica escalera

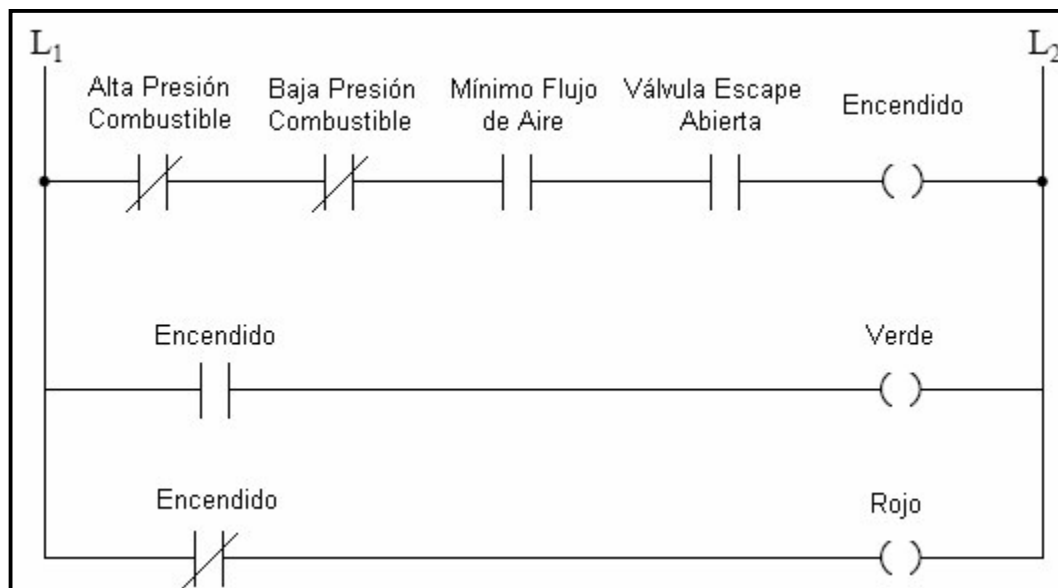


**Fuente:** Covarrubias (2006).

En este ejemplo, la Salida\_1 se energizará cuando el contacto A esté activado o cuando el B no esté activado, y Salida\_2 se energizará cuando el contacto C y Salida\_1 estén activados.

De esta forma, y utilizando cualquier combinación de contactos, se puede desarrollar la lógica de control de una gran cantidad de sistemas. Entre los principales usos de este lenguaje se encuentra la elaboración de lógicas de permisos o ínter bloqueos, en los cuales, para que una acción se ejecute se tiene que cumplir con ciertas condiciones que se pueden representar por contactos; seguidamente se muestra un ejemplo donde, para encender un motor, se tiene que cumplir que la presión del combustible sea normal, haya un mínimo de flujo de presión y la válvula de escape de gas se encuentre abierta.

**Figura N° 13.** Ejemplo lógica de permisos



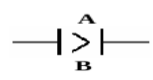
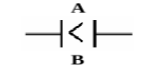
**Fuente:** Covarrubias (2006).

Además de controlar el encendido de la máquina según los permisos mencionados, se energiza un bombillo verde cuando la máquina enciende y uno rojo cuando la misma está apagada.

En la actualidad, gracias a los avances en los campos de la electrónica y computación, los controladores trabajan ampliamente con variables analógicas, por lo cual el lenguaje escalera ha evolucionado para permitir un mayor manejo de variables.

De esta forma, se han creado contactos que se activan si alguna señal es mayor que cierto rango como se muestra a continuación.

**Tabla N° 07.** Simbología de Contactos de Comparación

	Se activa cuando A es mayor que B.
	Se activa cuando A es menor que B.

**Fuente:** Kuphaldt (2005).

Finalmente, se han introducido funciones como contadores, temporizadores, retardos, etc., cuyos diagramas dependen más del programa en que se encuentran hechas. De esta forma se cuenta con una gran herramienta para elaborar el control de una amplia variedad de procesos en la industria.

### **Controlador Tricon**

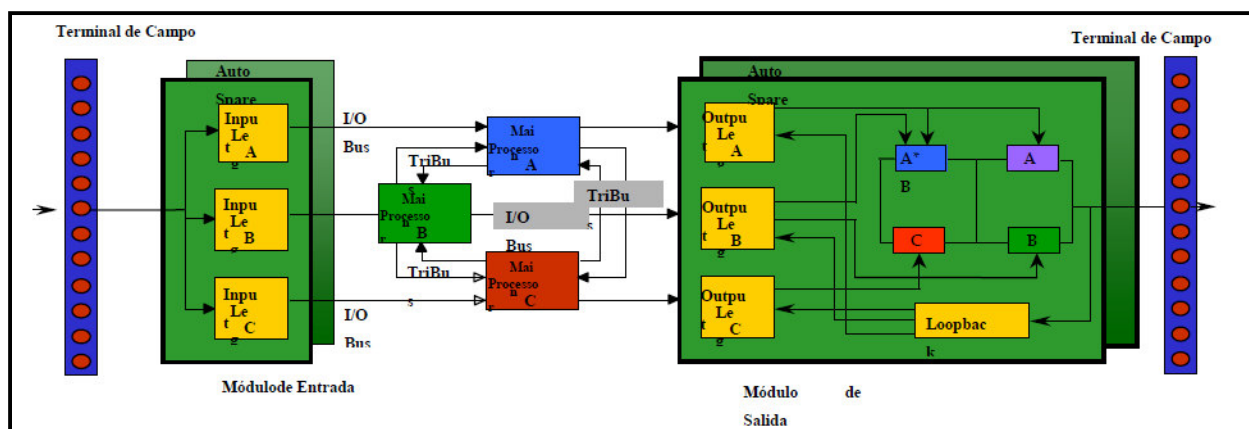
De acuerdo con Covarrubias (2006) Un controlador tolerante a fallas es un equipo que identifica y compensa elementos del sistema dañados, y permite la reparación de los mismos sin interrupción del proceso.

El Tricon es definido por Tricon Technical Product Guide (1992) como un controlador tolerante a fallas basado en una arquitectura modular triple redundante (TMR), que consiste en el uso de tres sistemas de control individuales que funcionan en paralelo. Utiliza un sistema de votación dos de tres para la data con la intención de proveer alta integridad, una operación sin interrupciones y libre de errores.

El sistema está compuesto por tres procesadores principales que ejecutan la lógica de control en forma paralela, los módulos de entrada y salida, y los módulos de comunicación.

A continuación se muestra un esquema de la arquitectura del Tricon.

### Figura N° 14: Arquitectura del Tricon



**Fuente:** Manual Tricon (1992).

Las señales de los sensores son separadas por cada módulo de entrada en tres caminos aislados A, B y C que llevan la medición a un procesador correspondiente.

Los tres procesadores se comunican entre ellos por medio de un bus de alta velocidad denominado Tribus; una vez por scan los procesadores se sincronizan y comunican por medio del bus, donde se hace una votación de la data para que los procesadores ejecuten el programa con la misma entrada.

Luego de que se ejecuta la lógica de control, el resultado de la misma es enviado los módulos de salida, donde adicionalmente se realiza otra votación. Esto se hace lo más cercano posible al campo para compensar cualquier error que se haya presentado en los buses o en los procesadores.

Para cada módulo de entrada o salida, el sistema soporta el uso de un módulo de repuesto (hot-spare) que tomará el control si se presenta una falla en el principal.

Gracias a esto, se pueden hacer reparaciones o cambios de los módulos mientras el sistema permanece en operación.

Para que el Tricon se comunique con equipos externos, se cuenta con los siguientes módulos de comunicación.

- Módulo Inteligente de Comunicación Engrandado (EICM): soporta comunicación serial RS232 y RS422. Provee cuatro puertos en los que se puede hacer una interfaz Modbus maestro esclavo, o una conexión con una PC con TriStation. Además, posee un puerto paralelo.
- Módulo de Comunicación en Red (NCM): soporta el estándar 802.3 a una velocidad de 10 Megabits por segundo para aplicaciones Triconex. Adicionalmente, el usuario puede comunicarse con este módulo con aplicaciones que manejen los protocolos TCP-IP o TCP-UDP.
- Módulo Interfaz de alta velocidad (HIM): Este módulo actúa como una interfaz entre el Tricon y un controlador Honeywell's TDC 3000 DCS (Sistema de control Distribuido)
- Módulo Manager de Seguridad (SMM): Este módulo actúa como una interfaz entre el Tricon y una red universal de control Honeywell (UCN).
- Módulo de comunicación Avanzado (ACM): Este módulo actúa como una interfaz entre el Tricon y un equipo DCS Foxboro de la serie automatización Inteligente (I/A).

Cada chasis Tricon está equipado con dos módulos de alimentación arreglados en una configuración redundante. Cada uno puede soportar la energía requerida por todos los módulos del chasis.

Un sistema Tricon está compuesto por un chasis principal y hasta 14 chasis de expansión o chasis remotos, con lo que se soporta un total de 118 módulos de entrada o salida y comunicación. Los chasis de expansión se conectan con el principal por un bus I/O triplicado de hasta 30 metros; para mayores distancias se utiliza un chasis remoto que cuenta con un módulo de transmisión especial en lugar de los procesadores.

Además existen dos tipos de chasis: de alta densidad y baja densidad. La diferencia está en que el primero soporta mayor cantidad de módulos, mientras que el segundo se utiliza cuando la aplicación no requiere tantas entradas y salidas.

Un diagnóstico extensivo en cada bus de datos, módulo del sistema y circuito interno del Tricon, que es realizado automáticamente por el equipo, permite detectar y reportar fallas operacionales. Toda la información del diagnóstico es guardada en variables del sistema o anunciada por medio de LEDs que indican una alarma.

### **Descripción TriStation V3.1**

El TriStation Multi-System Workstation (MSW) es definido por su manual de usuario (1998) como un software utilizado para la programación y mantenimiento del controlador Tricon. Este software es manejado mediante menús basados en MS-DOS.

La PC que esté dedicada a TriStation se convierte en la estación de trabajo del Tricon. Se utiliza para desarrollar programas, mostrar estatus del sistema y forzar variables para verificar el funcionamiento del sistema, o para hacer el mantenimiento de equipos en campo.

TriStation se maneja por medio de pantallas; cada una contiene un grupo de funciones relacionadas, accesibles con teclas de función.

En este software un programa consiste en:

- Una descripción de la configuración física del Tricon.
- Tipo de datos para los puntos de entrada y salida, y las variables internas.
- Un algoritmo de control para lograr una acción deseada.

En TriStation se utilizan las ventanas Module Configurator, Dictionary Editor y Ladder Editor para desarrollar los tres pasos mencionados.

Después de haber desarrollado el programa, se realizan las pruebas del sistema y el ajuste de los parámetros necesarios para ejecutar la lógica en el Tricon.

En los siguientes puntos se muestra un resumen de las principales pantallas de TriStation para el desarrollo de un programa.

### Configuración de Módulos - Module Configurator

El Module Configurator es la herramienta de TriStation para la configuración física del Tricon. En él se añaden y configuran los chasis necesarios para el sistema, mediante la selección de las diferentes tarjetas de entrada y salida, los procesadores y tarjetas de comunicación.

En la siguiente figura se puede ver una imagen del Module Configurator.

**Figura N° 15.** Módulo Configurador TriStation V3.1

MODULE CONFIGURATION		Discrete Input, 115 V, 32 points Model 3501E															
F1 ADD MODULE	F2 DELETE MODULE	<div> <div>■ = TSS6000</div> <div>MODULE SELECTIONS</div> <div>◆ = simplex</div> </div> <div> <div>DI 115 V</div> <div>HDI 24 VDC</div> <div>SDI 120 VDC</div> <div>DO 48 VAC</div> <div>DDO SRL 120</div> <div>SDO 24 V</div> </div> <div> <div>DI 48 V</div> <div>HDI 48 VDC</div> <div>DO 115 VAC</div> <div>DO 48 VDC</div> <div>DO RELAY NO</div> <div>SDO 48 V SCD</div> </div> <div> <div>DI 24 V</div> <div>SDI 24 VDC</div> <div>DO 120 VDC</div> <div>DDO SRL 24</div> <div>SDO 115 VAC</div> <div>SDO 48 V</div> </div> <div> <div>DI 24V LT</div> <div>SDI 48 VDC</div> <div>DO 24 VDC</div> <div>DDO SRL 48</div> <div>SDO 24 V SCD</div> <div>SDO 120 V SCD</div> </div>															
F3 ADD CHAS	F4 CHANG/ DEL CH	<div> <div>■ = TSS6000</div> <div>CHASSIS CONFIGURATION</div> <div>◆ = simplex</div> </div> <div> <div>COM</div> <div>2</div> <div>3</div> <div>4</div> <div>5</div> <div>6</div> <div>7</div> </div> <div> <div>MP</div> <div>MP</div> <div>MP</div> <div>ICM</div> <div>SDI 24 VDC</div> <div>NCM</div> <div>DI 115 V</div> <div>AI 0-10V</div> <div>DO 48 VDC</div> <div>DO 24 VDC</div> </div>															
F5 PRINT	F6 CONFIG MODULE	<div> <div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div><div>6</div><div>7</div><div>8</div><div>9</div><div>10</div><div>11</div><div>12</div><div>13</div><div>14</div><div>15</div><div>16</div> </div>															
F7 PREV SLOT	F8 NEXT SLOT	<div>Chassis 1 of 2</div> <div>Type: Hi Density Main - TMR</div>															
F9 PREV CHAS	F10 NEXT CHAS																

Help: ALT =

Menu: ALT -

Program: RCT

**Fuente:** Software TriStation V3.1 (1998).

En la imagen se tiene una sección (MODULE SELECTION) donde se encuentran todos los módulos disponibles, y una imagen de la ubicación de las tarjetas en el chasis (CHASSIS CONFIGURATOR).



### **Editor del Diccionario - Dictionary Editor**

El Dictionary Editor es la pantalla de TriStation donde se manipulan las variables del programa de la siguiente manera:

- Definir nombres, tipo de data, número de alias, y otros campos descriptivos de las variables.
- Configurar variables como entradas, salidas, o puntos de memoria.
- Importar y exportar data.

La asignación de los alias a las variables depende del tipo de variable, además TriStation asigna automáticamente alias a algunos tipos de variables y otras, son dejadas accesibles a modificar por el usuario.

### **Editor Escalera - Ladder Editor**

El Ladder Editor (Editor de Escalera) es la herramienta de TriStation para el desarrollo de la lógica de control.

Permite la combinación de:

- Secuencias de código para variables discretas en lenguaje escalera.
- Bloques de expresión, especialmente para operaciones matemáticas, control de procesos y otras funciones.
- Bloques de texto para comentarios.

Mediante la combinación de código en lógica escalera y código tipo BASIC en bloques de expresión, se puede desarrollar todo un programa que permita el control de un sistema.

### **Elementos del lenguaje escalera**

#### **Contactos**

Se encuentran definidos los siguientes cuatro contactos que pasan el flujo de control del programa dependiendo de la siguiente representación:

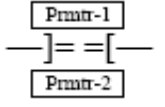
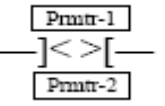
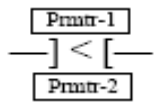
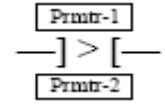
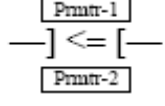
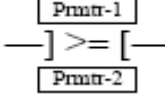
**Tabla N° 08.** Simbología de Contactos estándar TriStation V3.1

— —	Normalmente abierto: pasa el flujo cuando está activado.
— / —	Normalmente cerrado: pasa el flujo cuando está desactivado
— ↑ —	Transición positiva: pasa el flujo por un scan cuando el valor de la variable cambia de apagado a encendido.
— ↓ —	Transición negativa: pasa el flujo por un scan cuando el valor de la variable cambia de encendido a apagado.

**Fuente:** Software TriStation versión 3.1 (1998)

Además, están definidos los siguientes contactos de comparación que pasan el flujo de control del programa dependiendo de la siguiente representación:

**Tabla N° 09.** Simbología de Contactos de comparación TriStation V3.1


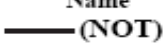
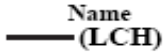
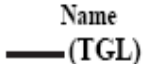
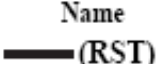
	Igual: pasa el flujo si ambos parámetros son iguales.
	Diferentes: pasa el flujo si ambos parámetros son diferentes.
	Menor: pasa el flujo si el Parámetro-1 es menor que el Parámetro-2
	Mayor: pasa el flujo si el Parámetro-1 es mayor que el Parámetro-2
	Menor igual: pasa el flujo si el Parámetro-1 es menor o igual que el Parámetro-2
	Mayor igual: pasa el flujo si el Parámetro-1 es mayor o igual que el Parámetro-2

**Fuente:** Software TriStation V3.1 (1998)

## **Bobinas**

Se definen las siguientes bobinas estándar, que activan o desactivan la variable Name según la siguiente lógica:

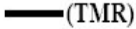
**Tabla N° 10.** Simbología de Bobinas estándar TriStation V3.1

<p>Name  </p>	<p>Estándar: activa la variable cuando la bobina se energiza y la desactiva cuando no está energizada</p>
<p>Name  </p>	<p>Negada: activa la variable cuando la bobina no está energizada y la desactiva cuando está energizada.</p>
<p>Name  </p>	<p>Latch: activa la variable cuando la bobina se energiza. Una vez que la bobina es energizada, mantiene la variable activada hasta que sea desactivada mediante una bobina Reset aplicada a la misma variable.</p>
<p>Name  </p>	<p>Toggle: esta bobina cambia el estado de la variable durante cada scan mientras la misma está energizada. Cuando la bobina no está energizada mantiene el valor de la variable hasta que se vuelva a energizar, o hasta que es restaurada con una bobina Reset aplicada a la misma variable.</p>
<p>Name  </p>	<p>Reset: permite restaurar otras bobinas. La bobina tiene que ser aplicada a la variable que se desea restaurar. Las bobinas que se pueden restaurar son: Not, Toggle, Blink, Timer, Up-Counter, Down-Counter y Latch.</p>

**Fuente:** Software TriStation versión 3.1 (1998)

Además, se tienen las siguientes bobinas complejas que funcionan de la siguiente manera:

**Tabla N° 11.** Simbología de Bobinas complejas TriStation V3.1

<p>Name</p> <p> (TMR)</p> <p>Timer</p> <p>Accumulator</p>	<p>Timer: esta bobina es un temporizador que incrementa el valor de la variable Accumulator en razón del tiempo de Scan cuando la bobina está energizada. En el momento en que el valor de Accumulator supere al de Timer, la variable Name será activada. Se puede usar la bobina Reset aplicada a la misma variable Name para desactivar dicha variable y poner en cero el valor del Acumulador.</p>
	<p>Up-Counter: esta bobina es un contador en el cual la variable Accumulator es incrementada en 1 cuando la bobina hace una transición de apagada a encendida. La sumatoria se hace hasta que el valor de Accumulator iguala a Preset; y cuando esto ocurre se activa la variable Name. Se puede usar la bobina Reset aplicada a la misma variable Name para desactivar dicha variable y poner en cero el valor del Acumulador.</p>
	<p>Down-Counter: esta bobina es un contador decreciente. Inicialmente el valor de Accumulator es igual al de Preset, y se disminuye en 1 cuando la bobina hace una transición de apagada a encendida. La resta se hace hasta que el valor llegue a cero; y cuando esto ocurre se activa la variable Name. Se puede usar la bobina Reset aplicada a la misma variable Name para desactivar dicha variable y poner el valor del Acumulador igual al de Preset.</p>
	<p>Pulse: esta bobina genera un pulso en la variable Name cuando hace una transición de apagada a encendida. El pulso tiene una duración igual a la variable Duration.</p>
	<p>Time Delay De-Energize: La variable Name es activada cuando la bobina es energizada. Cuando la bobina pierde la energía, la variable Name permanece activada durante el tiempo que se encuentre en Interval. Si antes de que se termine el tiempo, la bobina es energizada otra vez, la variable Name seguirá activada y el tiempo se reestablecerá.</p>
	<p>Time Delay Energize: Cuando la bobina es energizada pasará un tiempo igual a Interval para que la variable Name sea activada. Si antes de que termine el tiempo la bobina pierde la energía, la variable Name no se activará y el tiempo se reestablecerá.</p>

**Fuente:** Software TriStation versión V3.1 (1998)

### **Bloques de Comentarios**

Se utilizan para incluir comentarios con la intención de documentar el propósito en cierta parte del programa.

## Bloques de Expresión

Es una función de alto nivel del lenguaje que es ejecutada cuando el flujo del programa llega a él. Se utiliza un lenguaje similar a BASIC para escribir expresiones lógicas y algebraicas, se puede invocar funciones matemáticas predefinidas y funciones de proceso o control.

Dentro de los bloques se puede controlar la ejecución de líneas de programa mediante los comandos IF, THEN, ELSE como se muestra en la siguiente figura:

**Figura N° 16.** Ejemplo Bloque de Expresión

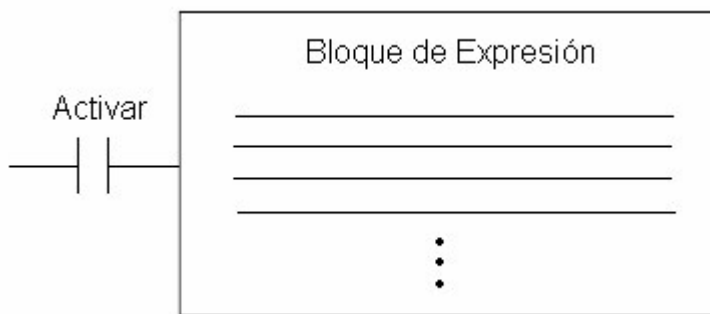
```
if a > b then
    tmrRst = 1;
else
    tmrRst = 0;
endif;
```

**Fuente:** Software TriStation V3.1 (1998)

Si a es mayor que b se ejecuta la línea “tmrRst=1;”, de lo contrario se ejecuta la línea “tmrRst=0;”.

Para controlar la ejecución de un bloque de expresión se coloca un contacto antes del mismo que se encenderá o apagará dependiendo de cierta lógica, y permitirá ejecutar o no, el código dentro del bloque de expresión. A continuación se muestra un ejemplo donde el código del bloque se ejecutará sólo cuando el contacto “Activar” esté energizado.

**Figura N° 17.** Ejemplo Activación Bloque de Expresión



**Fuente:** Software TriStation V3.1 (1998)

## **Documentación**

En cualquier momento, durante el desarrollo y la evaluación del programa de control, TriStation puede crear impresiones del contenido de la memoria con formato de texto, compatible con Word de los siguientes documentos:

- Programas en lógica escalera.
- Reportes del Dictionary Editor.
- Configuraciones de un bloque SOE
- Descripción de la configuración de los módulos del Tricon.
- Listado del estatus del sistema (en pantalla de Diagnostico)
- Listado de puntos deshabilitados (en Disabled Point Manager en la pantalla Monitor).

De esta manera, se puede tener acceso en papel a todas las partes del programa necesarias para realizar la actualización.

El TriStation 1131 V3.1 es un software basado en Windows NT para el desarrollo, prueba o documentación de aplicaciones de procesos o control que se ejecutan en un controlador Tricon.

Este software cumple con el estándar IEC 1131-3, Estándar Internacional de lenguaje de programación para programar controladores. Donde se establece que el software debe contar con los Lenguajes Escalera, Diagramas de Bloques Funcionales y Texto Estructurado para el desarrollo de los programas. Además, presenta un lenguaje basado en una matriz de causa y efecto.

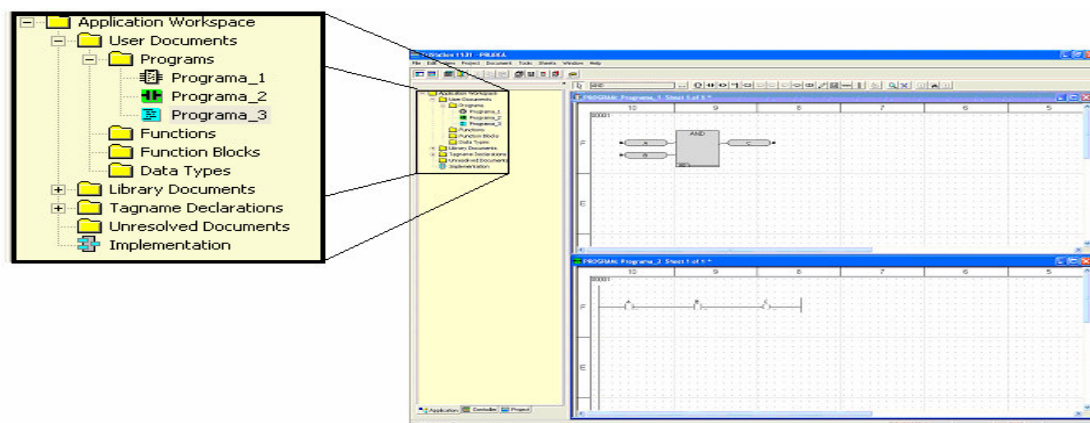
Para realizar una aplicación en TriStation V3.1 se crea un proyecto, en el cual se manejan por medio de ventanas estilo Windows.

El paso 1 consiste en la Partición del proyecto, esto significa que el proyecto se puede separar en varios programas que se desarrollan en cualquiera de los lenguajes.

A continuación se muestra una imagen general del software donde, a la izquierda, se pueden apreciar 3 programas creados, Programa\_1 en Diagrama de bloques Funcionales, Programa\_2 en lenguaje escalera y Programa\_3 en texto estructurado.

Además, del lado derecho, se observan dos ventanas de programas abiertas.

**Figura N° 18.** Ejemplo programa en TriStation V3.1



**Fuente:** Software TriStation V3.1 (1998)

Se puede crear la cantidad de programas deseados y se les asigna un orden definido por el usuario para la ejecución. Además, dentro de cualquier programa se permite invocar funciones y bloques funcionales que se encuentran en las librerías o que sean definidos y elaborados por el usuario. La diferencia entre funciones y bloques funcionales es que en las funciones sólo se tiene una salida mientras que en el otro se pueden tener varias. Ambos elementos se pueden elaborar en cualquier lenguaje. De esta forma se puede tener, por ejemplo, un programa en lógica escalera que emplee funciones en texto estructurado o diagrama de bloques funcionales.

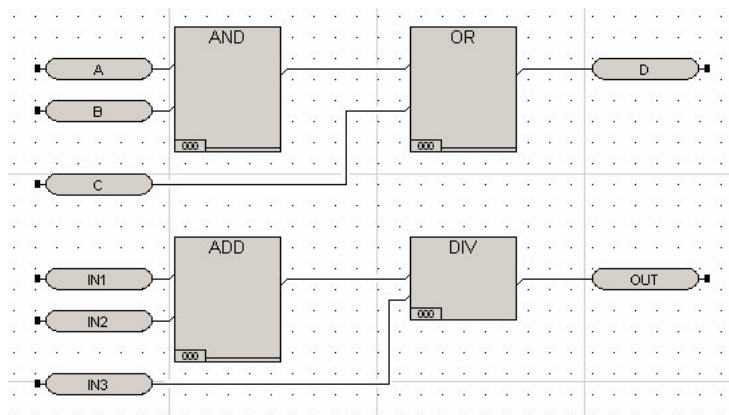
El segundo paso consiste en la escritura del programa, para lo cual se utilizan los lenguajes ya mencionados. A continuación se explican brevemente los tres lenguajes principales.

### Diagramas de Bloques Funcionales

Es un lenguaje gráfico que se asemeja a un diagrama circuitual. Los elementos utilizados se muestran como bloques y se conectan por medio de cables para formar un circuito. El flujo del programa es de izquierda a derecha y por medio de los cables se transmite la información que será procesada por los bloques.

A continuación se muestra un ejemplo de un programa en diagrama de bloques donde se hace una operación lógica y una aritmética.

**Figura N° 19.** Ejemplo lógica en bloques funcionales



**Fuente:** Software TriStation V3.1 (1998)

### Sustentos Epistemológicos

La expresión epistemológica introduce la ideología de forma explícita de la auto reflexión crítica en los procesos del conocimiento. Tiene como finalidad la transformación de la estructura de las relaciones sociales y dar respuesta a determinados problemas generados por éstas. De esta manera se inician así cambios en la forma de investigar que llevan a un movimiento de crítica al “desarrollo de la comunidad, empresa o con mayor impacto en toda nuestra sociedad” acompañado de



un cuestionamiento ideológico y metodológico de la investigación social, comenzando a desarrollarse una nueva concepción, que sin perder el carácter científico busca mayor participación y apropiación del proceso y de los resultados por parte del conglomerado involucrado. Este término pretende destacar el tradicionalismo admitiendo la posibilidad de una cultura social que no sea puramente práctica ni explicativa, sino que entregue aportes para el cambio social, desde lo particular y peculiar de las comunidades.

### **Sustentos Metodológicos**

La universidad politécnica Territorial de Falcón “Alonso Gamero” en su rol de ofrecer soluciones a las problemáticas de las comunidades y empresas pertenecientes al estado venezolano, mediante la realización de Proyectos Comunidad-Empresa-Universidad, ha propiciado el interés de un grupo de estudiantes por evaluar y presentar en las comunidades o empresas, la investigación de acción participativa; definida por De Shutter (1981) como aquella que pone el énfasis en la participación de la población para producir los conocimientos y los puntos de vista que nos llevara a tomar las decisiones y a ejecutar una o más fases en el proceso de investigación.

De lo anterior se infiere que es una metodología que apunta a la producción de un conocimiento propositivo y transformador, mediante un proceso de debate, reflexión y construcción colectiva de saberes entre los diferentes actores de un territorio con el fin de lograr la transformación de una realidad social, es decir la propia comunidad a través del dialogo y análisis genera los conocimientos para resolver sus problemas.

El presente proyecto se orientó hacia el tipo de investigación acción participativa, donde se abordó una población objeto de estudio con el fin de detectar sus principales problemáticas y luego de haber aplicado el método de investigación antes mencionado en conjunto con el personal de la empresa se pudo sugerir la siguiente propuesta:

“Diseño de un sistema de protección para el encendido y apagado del incinerador F-952 de la planta SUAY-2 del C.R.P. Amuay.”

## **Estrategias de acceso a la comunidad**

El abordaje se realizó de manera directa al personal de la empresa PDVSA y se indagó con varios miembros de la organización aspectos propios de interés para el presente proyecto, así mismo se comenzó a asistir a visitas de campo y reuniones, con el fin de obtener información acerca de cómo resolver los problemas y necesidades presentes en el complejo de Hidroprocesos de Amuay, atendiendo como grupo de investigación la manera de prestar ayuda a dicha organización; por lo tanto, este diagnóstico se realizó por medio de entrevistas y conversatorios con el equipo de trabajo conformado por: superintendencia, jefe de planta, operador sala de control, operador de campo, instrumentista, ingeniero de proceso e ingeniero de confiabilidad.

## **Actividades de Socialización**

Calderón (s.f) afirma que “La socialización es el proceso mediante el cual el individuo adopta los elementos socioculturales de su medio ambiente y los integra a su personalidad para adaptarse a la sociedad.”. Es decir, el proceso por el cual se aprenden los valores de nuestra sociedad; la diferencia entre lo aceptable de lo inaceptable en el comportamiento con otros seres humanos.

En este orden de ideas, la actividad de socialización que permitió abordar a la comunidad, como equipo investigador de este proyecto, fue el diálogo abierto e informal, conversación extensa, intercambio de ideas, que fueron claves para la elaboración de este proyecto. Esto se conoce como diálogo de saberes, definido por Cordero y otros (2012) como:

“El diálogo no es más que encuentro, reconocimiento del otro, saberse con un conocimiento y entender que las comunidades son igualmente constructores del saber. Va más allá de la mera clasificación en un conocimiento científico y vulgar o popular, que sostiene desigualdad. Es la declaración y afirmación que en el encuentro somos ambos constructores del saber”.

De lo anterior se infiere que el dialogo de saberes a través de una conversación extensa para intercambiar ideas donde ambas partes poseen conocimientos del tema, es lo que permitió obtener la solución ideal al problema planteado, gracias al trabajo colobarativo entre la Universidad-Empresa-Comunidad.

### **Método Aplicado para el Diagnóstico**

El método utilizado para el diagnóstico participativo fue a través de una socialización por medio de conversaciones, al personal de la empresa PDVSA.

Según Arias (2006) se refiere a la población en términos más preciso como población objetivo, señalando que se trata de: “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetos del estudio”. En el caso que ocupa esta investigación la población está conformado por los trabajadores de la planta SUAY-2 del CRP Amuay.

### **Técnicas e Instrumentos Utilizados**

De acuerdo a lo señalado por Yuni y Urbano (2006), el concepto de técnicas de recolección de datos, en el campo de la metodología de la investigación científica, hace referencia a los procedimientos a través de los cuales se generan informaciones válidas y confiables para ser utilizadas como datos científicos; mientras que los instrumentos se refieren a los mecanismos o dispositivos que utilizara el investigador para la generar la información, los cuales pueden ser apartados de carácter mecánico, una guía de observaciones estructurada, una cámara de video, entre otros. Sobre este particular, Hurtado (2008) argumenta: “las técnicas se refiere al como recoger la información, mientras que los instrumentos constituyen las herramientas” en esta investigación en específico, se emplearon como técnicas, la observación directa estructurada y la entrevista no estructurada, cuyos instrumentos están representados por la guía de observación y la guía de entrevista, respectivamente.

Los instrumentos y técnicas usadas para la recolección de la información fueron la observación directa, ya que el equipo de proyecto pertenece a la empresa donde se desarrolla la investigación, a esta, Sabino (2000), la define “como el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad” (p.47).

Se utilizó la entrevista no estructurada, la cual según Sabino (2000) “es aquella en que existe un margen más o menos grande de libertad para formular preguntas y las respuestas” (p. 158). También se utilizó las tormentas de Ideas, las cuales representan una herramienta enfocada a potenciar la participación del grupo y la creatividad de un grupo de personas, dirigidas hacia un objetivo común.

De igual manera se recurrió a los grupos focales, técnica de recopilación de información la cual consiste en una reunión de modalidad de entrevista grupal abierta en donde se procura que de grupos de interés seleccionados se obtenga información valiosa dentro del contexto seleccionado. Apoyándonos para su documentación con la cámara fotográfica, la cual es uno de los instrumentos utilizados para el diagnóstico participativo, el cual nos permite evidenciar el área objeto de estudio para el proyecto.

La información recopilada para definir la situación de la problemática, se obtuvo como se mencionó anteriormente mediante la aplicación de las técnicas de observación directa. Así como también de entrevistas no estructuradas con el tutor Industrial Ing. Orlando Ocando. Esta es definida por Arias (2006); como “más que un simple interrogatorio es una técnica basada en un dialogo o conversación “cara a cara”, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida” (p.73).

De igual manera, se utilizó la técnica de revisión bibliográfica, para la correcta realización de esta investigación, a través de la consulta de tesis relacionadas con este tema en particular, libros asociados en la automatización de procesos, material obtenidos a través de Internet, entre otras fuentes de información. Esto con el objeto de

obtener la máxima cantidad de información pertinente que permita el desarrollo correcto de dicha investigación.

**Tabla N° 12.** Plan de Acción.

<b>Propósito General:</b> Diseñar un sistema de protección para el encendido y apagado del incinerador F-952 de la planta SUAY-2.					
<b>Propósitos Específicos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo de Ejecución</b>	<b>Recursos</b>	<b>Responsable</b>	<b>Alianzas Estratégicas</b>
Identificar la situación actual del sistema de protección	Realizar un levantamiento de los equipos existentes y su obsolescencia Identificar las fallas en el sistema	8 Semanas	Análisis del procedimiento actual de los sistemas Narrativas	Integrantes del proyecto	Ingeniero de confiabilidad
Realizar esquema del diseño del sistema de protección	Elaborar el PI&D del sistema propuesto	8 Semanas	Arreglos eléctricos según detalles y normas PDVSA	Integrantes del proyecto	Ingeniera de confiabilidad
Determinar los equipos de instrumentación a utilizar en el diseño	Revisión de la documentación.  Estudio de la confiabilidad de los instrumentos	8 Semanas	Manuales de fabricantes  Estudios del proceso	Integrantes del proyecto	Ingeniera de confiabilidad
Diseñar la lógica y narrativas del sistema propuesto.	Se realizaron las nomenclaturas correspondiente al proceso Realizar la lógica del sistema de protección Elaborar los planos de conexionado eléctrico	12 Semanas	Programa TriStation 1.3 Manuales de diseño DTI	Integrantes del proyecto	Ingeniera de confiabilidad

**Fuente:** Los autores (2016)

## **MOMENTO IV**

### **ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

Actualmente el incinerador F-952 de la planta Suay 2 del C.R.P. Amuay cuenta con un sistema de encendido semiautomático compuesto de la siguiente manera:

En la línea de gas piloto se encuentra la válvula autorregulada P-406A-CV, la cual se encarga de controlar la presión de entrada a los pilotos ubicados dentro del incinerador.

La Línea de gas combustible a quemadores posee una válvula de control T-403-CV, la cual se encarga de controlar la temperatura del incinerador suministrando el gas combustible requerido a los quemadores principales.

También cuenta con una válvula manual de vapor de sofocamiento, esta es usada para detener la combustión en caso de incendio o de emergencia dentro del incinerador.

Para realizar el encendido del incinerador, el personal de operaciones debe primero verificar las condiciones y servicios necesarios para puesta en marcha del equipo según procedimiento PDVSA. SUAY2-PN-4302:

#### **Preparativos para el encendido del incinerador**

1.     Remueva los ciegos de las tuberías en línea de alimentación de gas de residuo y gas natural.
  
2.     Verifique disponibilidad del vapor de sofocamiento
  
3.     Cierre el desvío de la válvula de control T-303-CV y el bloque de la válvula autoregulada P-306-V en las líneas de gas combustible

4. Cierre las válvulas de bloque a la entrada del quemador.
5. Proceda a alinear el gas natural abriendo 50% la válvula de control T-303-CV.
6. Verifique que el sistema esté libre de fugas.

### **Encendido del incinerador**

1. Coloque el controlador T-303-CV en manual.
2. Abra 100% la ventanilla de entrada de aire para purgar el incinerador.
3. Realice prueba de gases explosivos a la cámara del incinerador.
4. Si la prueba de explosividad da 0%, abra 10% la válvula de bloque de gas natural al quemador.
5. Proceda a encender el quemador.

#### **NOTA:**

- El encendido del quemador se realiza de forma manual a través de uso de un encendedor tipo industrial
- Si el quemador no enciende en 10 min repita las acciones 2, 3, 4, 5
- 6. Ajuste mezcla de aire-gas al quemador para una buena combustión.

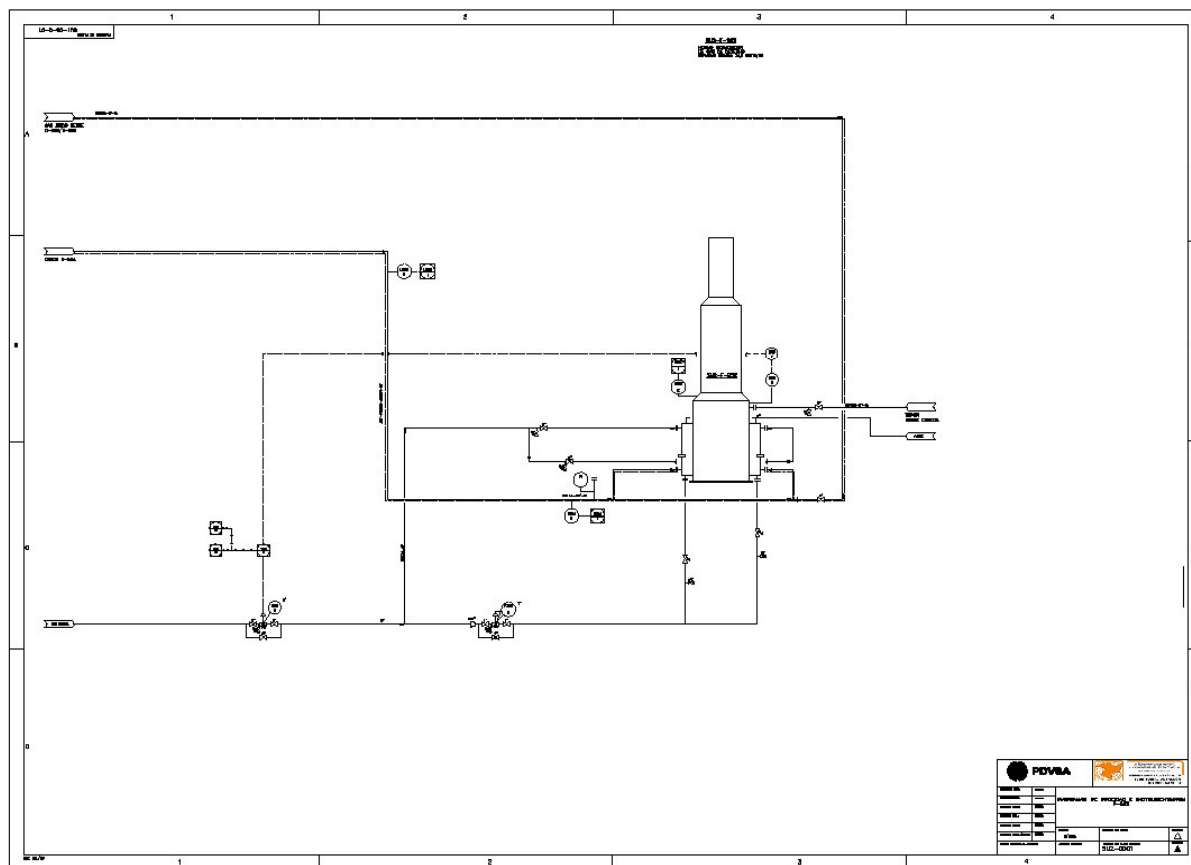
#### **NOTA**

- Si en una hora el quemador no alcanza los 200° F en la cámara de combustión, proceda a encender el otro quemador
- 7. Al alcanzar 400 °F comisione el control de temperatura T-303-CV.
- 8. Incremente la temperatura a razón de 100 °F por hora en la zona de combustión hasta alcanzar 1100 °F.
- 9. Al alcanzar 1100°F en la zona de combustión, mantenga la temperatura controlando la T-303-CV y ajuste condiciones en el F-952 para una buena combustión.

Una vez analizado el procedimiento de arranque del sistema y de los elementos que lo conforman se procedió a realizar un diagrama de tuberías e instrumentación

(P&ID), con el fin de ubicar cada elemento en el plano y así poder comprender el sistema existente.

**Figura N° 20. P&ID Actual de Sistema**

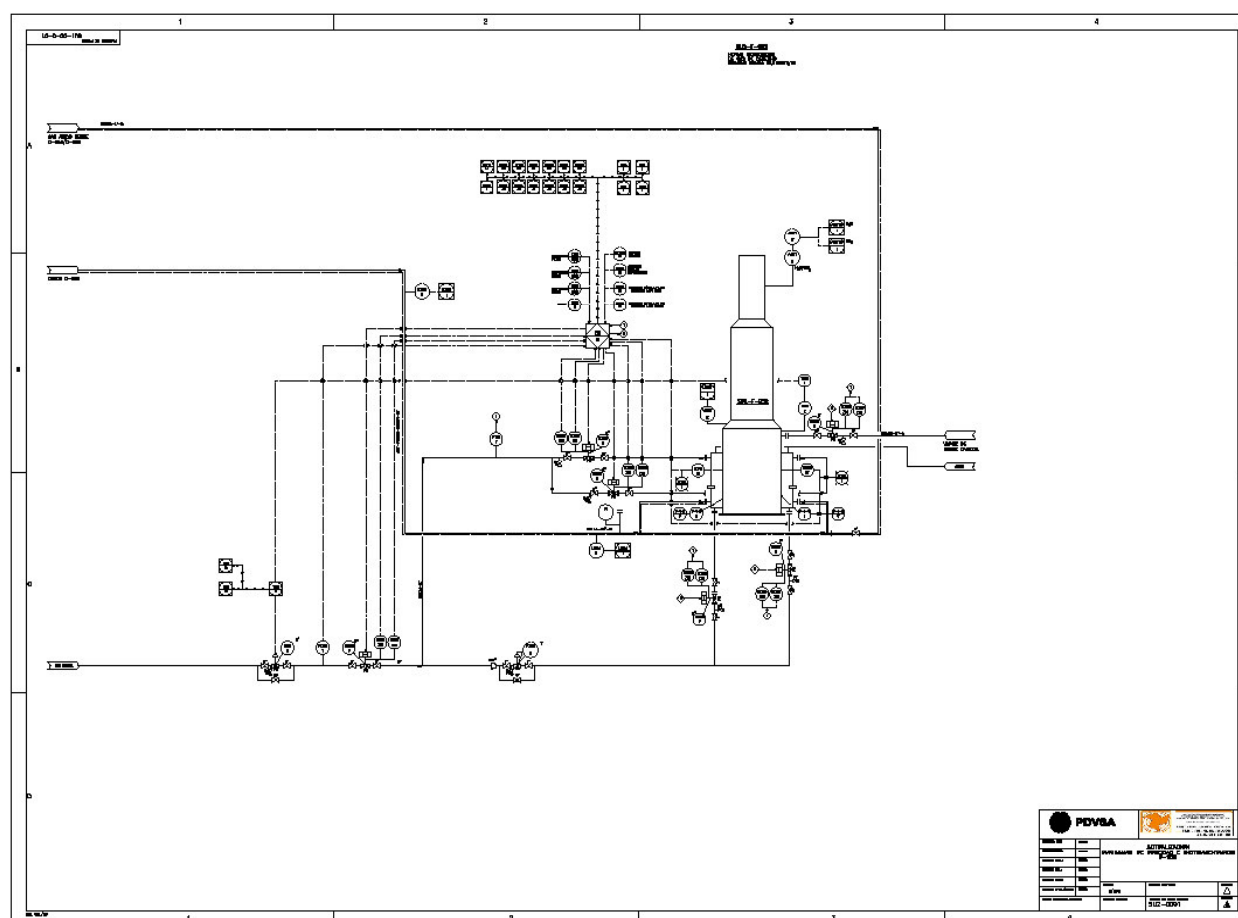


**Fuente:** Los autores (2016).



Mediante la aplicación de las normas PDVSA y la ISA 5.1, se diseñó el P&ID, del nuevo diseño del sistema automático de protección para el encendido y apagado del incinerador F-952, ver figura N° 21.

**Figura N° 21. P&ID del Sistema Propuesto**



**Fuente:** Los autores (2016).

Esta mejora realizada al sistema, conlleva a estructurar un nuevo procedimiento de arranque seguro del incinerador F-952 el cual se describe a continuación.

## **Procedimiento Operacional Recuperadora de Azufre 2**

### **Centro de Refinación Paraguaná Amuay**

#### **Encendido del Incinerador F-952 (suay2 F 952-01)**

### **Propósito**

Proporcionar al operador un procedimiento ordenado y seguro para realizar la actividad del encendido del incinerador F-952 de SUAY-2 de una manera eficiente y segura.

### **Precauciones de Seguridad**

Equipo contra incendio disponible.

Equipos de protección personal recomendado por SIAHO.

Área limpia y ordenada.

### **Precauciones Ambientales**

Evite mala combustión en la cámara del incinerador

Evite venteo de SO<sub>2</sub> a la atmósfera.

### **Referencias**

Diagrama de tuberías e instrumentación (P&ID).

Diagrama de flujo de procesos (MFD).

### **Pre-requisitos**

Instrumentos de protección y disparo probados y en servicio.

Lazos de control probados.

Disponibilidad de Servicios Auxiliares.

### **Preparativos para el encendido del incinerador.**

#### **NOTA:**

**El proceso de arranque del incinerador puede efectuarse antes o durante el secado de refractario, sin embargo se recomienda que el incinerador sea comisionado inmediatamente después de concluida la prueba de hermeticidad de la unidad.**

1. Remueva los ciegos de las tuberías en línea de alimentación de gas de residuo y gas natural
2. Verifique disponibilidad del vapor de sofocamiento
3. Cierre el desvío de la válvula de control T-303-CV en las líneas de gas combustible.

4. Cierre las válvulas de bloque a la entrada del quemador.
5. Coloque el controlador T-303-CV en manual.
6. Proceda a alinear el gas natural abriendo 50% la válvula T-303-CV.
7. Verifique que la presión en el transmisor PZ110-T este por encima de 20 psi
8. Verifique que el sistema esté libre de fugas, Abra 100% la ventanilla de entrada de aire para purgar el incinerador.
9. Realice prueba de gases explosivos a la cámara del incinerador. Debe ser de 0% del límite inferior de inflamabilidad
- 10.

#### ***Encendido del incinerador.***

1. Verificar con el operador en sala de control que el sistema no esté activado por falla de posición de las válvulas de emergencia, si lo está realizar las acciones de corrección
2. Proceda a alinear los bloques de entrada de gas a los pilotos y quemadores del incinerador
3. Proceda a resetear el sistema con sala de control, para darle apertura a la válvula principal de gas EIZ001Y
4. Verifique la presión del transmisor PZ106T sea la del sistema (80psi)
5. Verifique que la presión de salida de la válvula auto regulada sea de 15 psi
6. Ajuste mezcla de aire-gas al quemador para una buena combustión.
7. Proceda a presionar el pulsador HZ01A\_HS (quemador lado este) hasta que la indicación del detector de llama este activada

#### **NOTA**

**Si en una hora el quemador no alcanza los 200°F en la cámara de combustión, proceda a encender el otro quemador.**

8. Proceda a presionar el pulsador HZ02B\_HS (quemador lado oeste) hasta que la indicación del detector de llama este activada
9. Al alcanzar 400 °F comisione el control de temperatura T-303-CV.

10. Incremente la temperatura a razón de 100 °F por hora en la zona de combustión hasta alcanzar 1100 °F

11. Al alcanzar 1100°F en la zona de combustión, mantenga la temperatura controlando la T-303-CV y ajuste condiciones en el F-952 para una buena combustión.






Para la viabilidad de la implementación del nuevo diseño del sistema de encendido y apagado del incinerador F-952, y con la ayuda de (P&ID) realizamos estudios técnicos en la instrumentación de campo, la cual arrojó como resultado que gran parte de los equipos existente en el inventario de la planta son compatible con el diseño propuesto.

Los equipos requeridos para el funcionamiento óptimo del sistema consisten en:

- Detector de llamas UV /IR.
- Válvulas de tipo ON/OFF.
- Transmisor de Presión Manométrica.
- Controlador Lógico Programable (PLC) TRICOM.
- Regulador de Aire de alimentación.
- Relé 24VDC
- Ignitores electricos
- Fuente de Poder 24VDC
- Pulsadores eléctricos
- Luces indicadores
- Panel Local
- Cable par simple 14 awg
- Cable par simple + shield 16 awg

Una vez realizadas la lista de equipos necesarios se procedió a ubicar las especificaciones técnicas y descripción de estos.

**Figura N° 22. Especificaciones Técnicas**

SITOP PSU100S, monofásicas					
					
Tensión/intensidad de salida	12 V/7 A	12 V/14 A	24 V/2,5 A	24 V/5 A	24 V/10 A
Referencia <sup>23)</sup>	6EP1 322-2BA00	6EP1 323-2BA00	6EP1 332-2BA20	6EP1 333-2BA20	6EP1 334-2BA20
Tensión de entrada – Valor nomin. – Rango	120/230 V AC 85 ... 132/170 ... 264 V AC, conmutación automática de rango				
Frecuencia de red – Valor nominal	50/60 Hz				
Puenteo de cortes de red	20 ms (con 93/187 V AC)				
Intensidad de entrada – Valores nominales – Intensidad al conectar (25 °C) – Interr. magnetotérmico recomendado	1,73 A/0,99 A < 45 A a partir de 6 A, curva C	3,24 A/1,41 A < 60 A a partir de 10 A, curva C	1,25 A/0,74 A < 33 A a partir de 3 A, curva C	2,34 A/1,36 A < 40 A a partir de 6 A, curva C	4,49 A/1,91 A < 60 A a partir de 10 A, curva C
Tensión de salida – Valor nominal – Tolerancia – Rango de ajuste	12 V DC ± 3% 11,5 ... 15,5 V DC		24 V DC ± 3% 22,8 ... 28 V DC		
Intensid. de salida – Valor nomin. – de forma permanente hasta +45 °C – Derating	7 A 7 A a partir de +55 °C (5%/K)	14 A 14 A a partir de +55 °C (5%/K)	2,5 A 3 A a partir de +60 °C (3%/K)	5 A 6 A a partir de +60 °C (3%/K)	10 A 12 A a partir de +60 °C (3%/K)
Comportamiento en caso de sobrecarga	Potencia extra: 1,5 veces la intensidad nominal de salida durante 5 seg./min				
Conectabilidad en paralelo	sí				
Rendimiento con val.nomin., aprox.	84%	87%	85%	88%	90%
Protección contra cortocircuitos	Característica de intensidad cte.				
Grado de desparasitaje (EN 55022)	Clase B				
Limitación de armónicos en red (EN 61000-3-2)	sí		no aplicable		sí
Grado de protección EN 60529	IP20				
Temperatura ambiente	-10 ... +70 °C				

**Fuente:** Manual del equipo

## Detector de llama integrado con relé de llama interno tipo 95uv

Los detectores de llama Insight de FIREYE, 95UV son detectores de llama basados en microprocesador utilizando sensores de estado sólido ultravioleta (UV).

Los detectores de llama Insight de FIREYE tipo 95, incorporan un relé de llama interno con ajuste de umbrales para entrada y salida del relé de llama evitando así la utilización de un amplificador a distancia.

Los detectores Insight miden la amplitud de las modulaciones (el flicker de la llama) que ocurren dentro de la llama a controlar. Durante el ajuste del detector, se selecciona la frecuencia de modulación, que produce la mejor discriminación ON/OFF de la llama. (ver Anexo 1)

Tipo 95UV contiene un sensor de llama ultravioleta, respondiendo a la radiación ultravioleta desde 295 a 320 nanómetros de longitud de onda. Este sensor está particularmente adaptado para las aplicaciones de gas.

## **Especificaciones**

### **Mecánicas:**

#### **Material de la caja del detector:**

Fundición de aluminio recubierta con polvo de poliéster cocido al horno.

#### **Peso de la caja:**

4.3 libras (1'96 Kg), modelos no "CG".

5.9 libras (2,69 Kg), modelos "CG".

6.3 libras (2,89 Kg.), modelos "CEX"

#### **Índice de Protección:**

NEMA 4X, IP66, Clase 1 División II,

Grupos A, B, C y D, Clase 2 División II,

Grupos F y G (Referirse a la tabla de homologaciones)

#### **Conjunto Brida de montaje:**

Tubo de montaje 1" NPT hembra, con conexión del aire de enfriamiento 3/8" NPT hembra, incluye una conexión aislante de 1" NPT x 3" de longitud macho-macho.

Tubo de montaje 1" BSP hembra, con conexión del aire de enfriamiento 3/8" BSP hembra, incluye una conexión aislante de 1" BSP x 3" de longitud macho-macho.

## **Eléctricas:**

### **Entrada de alimentación:**

24 V.C.C., +10%, -15% corriente: 0,35 A, 8,5VA.

### **Conexión eléctrica:**

Conector rápido de 12 pins, un cuarto de vuelta. Los modelos "CG" tienen un pasacables y 10' (3 mts.) de cable fijo. Los modelos "CEX" tienen una apertura de rosca 3/4" y terminales internos.

### **Salida del relé:**

Relé de llama SPST un simple inversor normalmente abierto (N.O.) Relé de fallos SPST un simple inversor normalmente cerrado (N.C.)

### **Carga de los contactos:**

Mínima: 10 mA @ 5 V.C.C.

Máxima: 2 A @ 30 V.C.C. 2 A @ 50 V.C.A

2 A @ 240 V.C.A. (FM y CSA) y todos los modelos "CG",

### **Salida analógica:**

4-20 mA C.C., referenciada a 24 V.C.C., común, carga máxima conectada: 750 ohms.

### **Indicación de estado:**

Display alfanumérico de LEDS con 8 caracteres permitiendo la capacidad de escrutar los parámetros.

### **Interface del operador:**

4 Teclas del tipo pulsador.

**Especificación del cable:**

Multinúcleo, 12 conductores (colores codificados) con envolvente metálica y pantalla trenzada.

6 Conductores 18AWG y 4 conductores 22 AWG, más un par trenzado 22 AWG.

**Cubierta del cable:**

Polyolefina irradiada y modificada (retardadora del fuego-baja emisión de humo y no produce gas halogenado) Máxima temperatura: 257°F (125°C) Diámetro exterior nominal: 0,41" (10.4 mm) Diámetro exterior nominal: 0,43" (10.9 mm) Longitud máxima del cable: 1000 pies (305 mts.).

**Transmisor de presión Rosemount 3051 In-Line**

Los transmisores de presión Rosemount 3051T In-Line proporcionan una medición fiable de presión absoluta y manométrica con un diseño compacto. (ver anexo 2).

Seleccione a partir de las siguientes capacidades para una integración sin problemas:

1. Rendimiento con una precisión de hasta el 0,04%.
  2. Soluciones que emplean manifolds y sellos.
  3. Protocolos HART de 4-20 mA, HART de 1-5 Vcc de baja potencia, fieldbus Foundation y Profibus PA
- Amplitudes/rangos calibrados entre 10,3 mbar y 689 bar (0,3 a 10.000 psi)
    - Aislantes de proceso de acero inoxidable 316 y aleación C-276



**Figura N° 23.** Datos técnicos del Transmisor de presión Rosemount 3051 In-Line

Modelo	Tipo de transmisor		
3051S	Transmisor de presión escalable		
Clase de rendimiento <sup>(1)</sup>			
Estándar			Estándar
1	Ultra Exactitud de 0,025 por ciento del span, rangedown de 200:1, estabilidad durante 15 años, garantía limitada de 15 años		★
2	Classic Exactitud de 0,035 por ciento del span, rangedown de 150:1, estabilidad durante 15 años		★
Tipo de conexión			
Estándar			Estándar
T	In-Line		★
Tipo de medición			
Estándar			Estándar
G	Manométrica		★
A	Absoluta		★
Rango de presión			
	Manométrica	Absoluta	
Estándar			Estándar
1A	-1,0 a 2,1 bar (-14,7 a 30 psi)	2,1 bar (0 a 30 psia)	★
2A	-1,0 a 10,3 bar (-14,7 a 150 psi)	10,3 bar (0 a 150 psia)	★
3A	-1,0 a 55 bar (-14,7 a 800 psi)	55 bar (0 a 800 psia)	★
4A	-1,0 a 276 bar (-14,7 a 4.000 psi)	276 bar (0 a 4.000 psia)	★
5A	-1,0 a 689 bar (-14,7 a 10.000 psi)	689 bar (0 a 10.000 psia)	★

**Fuente:** Manual del proveedor del Transmisor de presión Rosemount 3051 In-Line

### Triconex modelo 3008 tricon version 9.10

El Tricon es un controlador tolerante a fallas de última generación basado en una arquitectura de Redundancia modular triple (TMR, por sus siglas en inglés). Fue el primer sistema de triple redundancia completa, rentable y sólidamente construido para uso industrial y es además nuestro controlador de seguridad más confiable. (ver anexo 3).

### Válvula Maxon serie 8000

Las válvulas de retención electro neumáticas son ideales para la retención fiable de diversos combustibles gaseosos y líquidos. Las válvulas de gas únicamente necesitan una fuente de energía proveniente del sistema de gestión del quemador o sistema de control distribuido (DCS) y un caudal de aire. (ver anexo 4).

### Descripción General del Producto

- Válvulas accionadas neumáticamente, con muelle de cierre fuerte para garantizar una operación fiable

- Diseño compacto con solenoide integrado, salida rápida y conmutadores de posición que protegen los componentes, simplifican los conductos internos y minimizan los requerimientos de espacio
- Válvulas de cierre y de venteo homologadas por Factory Mutual (FM), la CE, CSA (asociación canadiense de estándares), IECEx, INMETRO y KTL (KC identificación)
- Homologadas para ubicaciones peligrosas: Construcciones de seguridad intrínseca y no inflamable están a disposición
- Una evaluación completa según IEC 61508 como SIL 3 es posible
- Indicador grande de posición visual abrir/cerrar de 360° montado en la cabeza, configurable en los esquemas de colores rojo/verde o amarillo/negro
- Conjuntos de cuerpo de válvula de hierro fundido, de acero al carbono coqueificado a acero al carbono para servicio de baja temperatura con opciones internas del trim para emplear gases generales o gases corrosivos; compatibilidad de oxígeno, conformidad NACE y resistencia al fuego de acuerdo a API 6FA
- La temperatura de ambiente puede variar entre -58°F (-50°C) y 140°F (60°C); la temperatura del gas varia entre -58°F (-50°C) y 212°F (100°C)
- Conjuntos de accionadores son reemplazables en el campo y están disponibles para 120VAC y 50/60 Hz, para 240VAC y 50/60 Hz y para 24VDC (opción de baja potencia), clasificados para NEMA 4, NEMA 4X e IP65
- El diseño único de la cubierta elimina el ajuste de la empaquetadura, reduciendo el mantenimiento y minimizando el arrastre al cerrar la cubierta.
- Válvulas de la Serie 8000 cumplen con la norma 70-2 para clase VI fuga en el asiento para válvulas de control del Fluid Control Institute (FCI)
- Existe la opción de utilizar solenoides proporcionados por el cliente y montados exteriormente. Si se usan las válvulas en ubicaciones peligrosas, el componente debe ser clasificado para la clase y división que corresponda a tales lugares.

## **Características y ventajas**

Las válvulas de gas MAXON de la serie 8000 combinan un diseño único que ahorra espacio con una empaquetadura de cubierta libre de mantenimiento y un accionador para instalación fácil y operación silenciosa y sin problemas.

El potente muelle de cierre y la rápida evacuación de la válvula permiten el cierre total en menos de un segundo y un funcionamiento fiable durante mucho tiempo. El diseño compacto de las válvulas de la serie 8000 facilita el diseño de las tuberías y minimiza los requerimientos de espacio. El accionador reemplazables en el campo facilita el mantenimiento y reduce el tiempo de inactividad. El accionador también puede ser girado alrededor del cuerpo de la válvula en incrementos de 90° para ajustarlo a los requerimientos específicos de su aplicación. El diseño único de la cubierta elimina el ajuste de la empaquetadura, reduciendo el mantenimiento y minimizando el arrastre al cerrar la cubierta.

El indicador grande de posición abierta/cerrada, montado en la parte superior es visible desde todos los ángulos visuales para controlar la posición de la válvula de manera fácil. El diseño capaz de SIL 3 (nivel 3 de integridad de la seguridad) proporciona un diseño fácil para sistemas instrumentados para la seguridad en los procesos IEC 61508 y 61511. Las homologaciones FM, CSA y CE para el uso como válvula de cierre de combustible facilitan la integración con certificaciones de aceptación mundial.

MAXON ofrece la tecnología de prueba de carrera parcial PSCHECK de MAXON, diseñada especialmente para las válvulas de la serie 8000, para minimizar la probabilidad de fallas bajo demanda mediante la prueba de la función valvular sin el cierre de la línea. La combinación de las válvulas de la serie 8000 con capacidad para SIL 3 y el PSCheck de Maxon ayudará a garantizar el funcionamiento seguro y confiable de su proceso.

## Datos Eléctricos

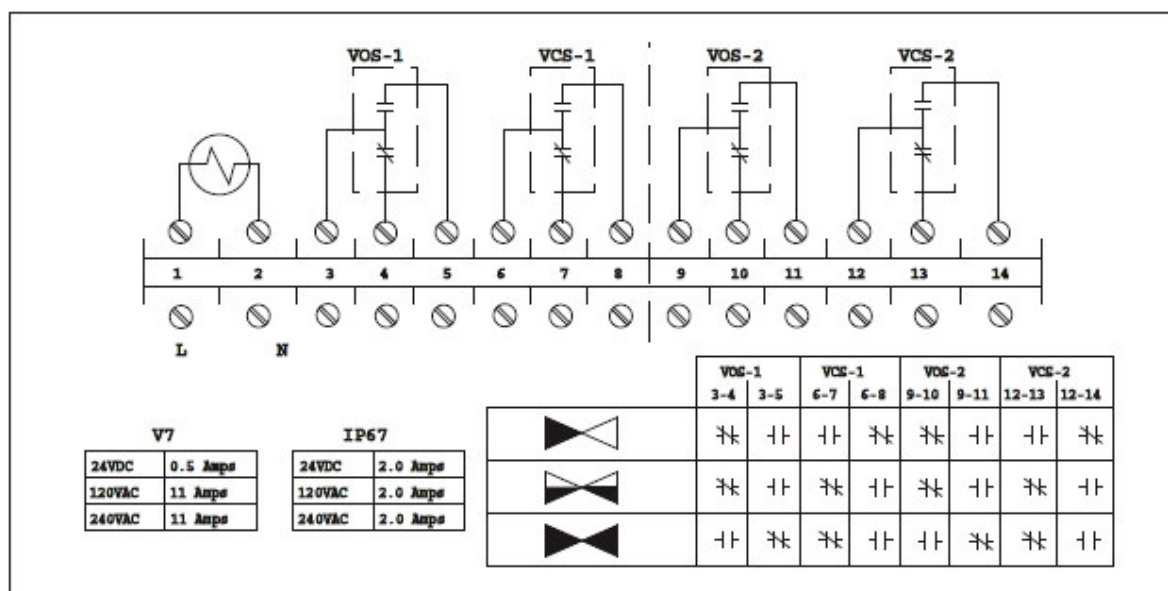
### Generalidades

Las válvulas de la serie 8000 son operadas neumáticamente y una válvula controlada por solenoide regula la alimentación de aire. La válvula controlada por solenoide está directamente conectada al sistema de control.

**Diagramas de conexiones del conmutador de posición** (véase abajo) son parte de cada conjunto de una válvula, resumiendo los datos eléctricos y las conexiones para una válvula equipada con bloque de bornes y una dotación completa de los conmutadores opcionales. Normalmente se recomienda que los conmutadores auxiliares de las válvulas sean usados sólo para el servicio de señales y no para operar dispositivos de seguridad adicionales.

**Los conmutadores de posición de las válvulas** son ofrecidos en SPDT (Single Pole/Double Throw = inversor unipolar de dos vías). Los paquetes recomendados incluyen un conmutador abierto y uno cerrado, (VOS1/VCS1) así como conmutadores auxiliares adicionales designados por VOS2/VCS2. **VCS** (Valve Closed Switch o conmutador cerrado de válvula) es accionado al final de la carrera de cierre. **VOS** (Valve Open Switch o conmutador abierto de válvula) es accionado al final de la carrera de apertura. Los valores de amperaje del conmutador se muestran en los diagramas de conexión más abajo. NO EXCEDER el valor del amperaje o de la carga total mostrado. Los diagramas muestran válvulas con una dotación completa de conmutadores. El cableado interno indicado sólo se presenta cuando se han especificado los interruptores auxiliares adecuados.

**Figura N° 24. Válvulas de cierre normalmente cerradas**



**Fuente:** Manual del Producto


## **Tipos de cuerpo de válvulas**

### **Material del cuerpo de la válvula y selección trim**

Conjuntos de cuerpo de válvula de hierro fundido, acero al carbono y acero inoxidable presentan asientos de metal a metal lo cual cumple con el estándar FCI 70-2 para válvulas de control para clase VI fuga en el asiento. Varias opciones de trim están a disposición según el gas combustible utilizado en su aplicación. Opciones de trim de resistencia industrial están disponibles con un asiento y un disco de acero inoxidable y una pieza impulsada de poliéterétercetona (PEEK) para combustibles corrosivos que pueden contener trazas de H<sub>2</sub>S y/o CO<sub>2</sub>. Todos estos materiales para el trim de la válvula deben cumplir con los requerimientos de la norma NACE MR0175. Póngase en contacto con MAXON para consultar los detalles de su aplicación específica.

Una vez especificado la instrumentación se procedió a realizar un diagrama causa efecto que nos sirvió como base para realizar la lógica del sistema propuesto

**Tabla N° 13. Matriz Causa Efecto del Sistema Propuesto**

 <div> REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA  EDUCACIÓN UNIVERSITARIA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA  UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  TERRITORIAL DE FALCÓN  ALONSO GAMERO </div>											
<b>PROYECTO:</b> Diseño de un sistema automato de proteccion para el encendido y apagado del ncinerador F-952 de la planta SUAY-2del CRP Amuay <b>FASE:</b> Ingeniería <b>DOCUMENTO:</b> Matriz Causa Efecto <b>DISCIPLINA:</b> Instrumentación										DOCUMENTO NUMERO <b>1</b>	
										REV. 0	FECHA: 17/10/2016
<b>MATRIZ CAUSA - EFECTO SUAY 2 F-952</b>											
<div> EFFECTO  CAUSA </div>	INDICACIÓN Y ALARMAS	PUNTO DE ALARMA	PUNTO DE DISPARO	ALARMA INOPERANTE DE OPERACIÓN ACTIVADO HZ_000A	SOLENOIDE DE VALVULA EZ001_V BLOQUEO PRINCIPAL GAS NATURAL AL INCIERADOR F_952 EZ001_Y	SOLENOIDE DE VALVULA EZ002_V BLOQUEO GAS NATURAL AL PILOTO LADO ESTE F_952 EZ002_Y	SOLENOIDE DE VALVULA EZ003_V BLOQUEO GAS NATURAL AL QUEMADOR LADO ESTE F_952 EZ003_Y	SOLENOIDE DE VALVULA EZ004_V BLOQUEO GAS NATURAL AL PILOTO LADO OESTE F_952 EZ004_Y	SOLENOIDE DE VALVULA EZ005_V BLOQUEO GAS NATURAL AL QUEMADOR LADO OESTE F_952 EZ005_Y	ALARMA COMUN INTERRUPTORES DE POSICIÓN DE LAS VALVULAS HZ_000A	ALARMA DISPARO COMUN HZ_000A
EZ001_ZSO INTERRUPTOR DE POSICIÓN DE LA VALVULA EZ001_V	si	---	---	---	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	ON	ON
EZ001_ZSC INTERRUPTOR DE POSICIÓN DE LA VALVULA EZ001_V	si	---	---	---	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	ON	ON
EZ002_ZSO INTERRUPTOR DE POSICIÓN DE LA VALVULA EZ002_V	si	---	---	---	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	ON	ON
EZ002_ZSC INTERRUPTOR DE POSICIÓN DE LA VALVULA EZ002_V	si	---	---	---	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	ON	ON
EZ003_ZSO INTERRUPTOR DE POSICIÓN DE LA VALVULA EZ003_V	si	---	---	---	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	ON	ON
EZ003_ZSC INTERRUPTOR DE POSICIÓN DE LA VALVULA EZ003_V	si	---	---	---	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	ON	ON
EZ004_ZSO INTERRUPTOR DE POSICIÓN DE LA VALVULA EZ004_V	si	---	---	---	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	ON	ON
EZ004_ZSC INTERRUPTOR DE POSICIÓN DE LA VALVULA EZ004_V	si	---	---	---	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	ON	ON
EZ005_ZSO INTERRUPTOR DE POSICIÓN DE LA VALVULA EZ005_V	si	---	---	---	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	ON	ON
EZ005_ZSC INTERRUPTOR DE POSICIÓN DE LA VALVULA EZ005_V	si	---	---	---	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	ON	ON
BZ 001_T (1002) QUEMADOR HORNO F-952X	SI	---	---	---	---	Cierra	Cierra	---	---	---	ON
BZ 002_T (1002) QUEMADOR HORNO F-952X	SI	---	---	---	---	---	---	Cierra	Cierra	---	ON
HZ_952B PARADA EMERGENCIA LOCAL (LCP)	si	---	---	---	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	OFF	ON
PZ110T DISPARO POR BAJA PRESION DE GAS LOCAL (LCP)	si	15 PSI	10 PSI	---	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	Cierra	OFF	ON

NOTAS:

- SOLAMENTE UN INOPERANTE INICIADOR O DE LA FUNCIÓN PUEDE SER ACTIVADO A LA VEZ.
- LA CONDICION ABIERTA/CERRADA DE LAS VALVULAS, DEPENDE DE LA MANIPULACION DEL OPERADOR AL MOMENTO DEL RESET
- CUANDO EL INOPERANTE GENERAL DE OPERACIÓN ESTE ACTIVO, NO SE PRODUCIRA NINGUN DISPARO , SOLO SE ACTIVARAN LAS ALARMAS DEL SISTEMA
- EL RESET DEL SISTEMA, RESTAURA LOS INICIADORES A SU ESTADO ACTUAL, ELIMINANDO LAS ALARMAS Y DISPAROS QUE NO ESTEN PRESENTE.

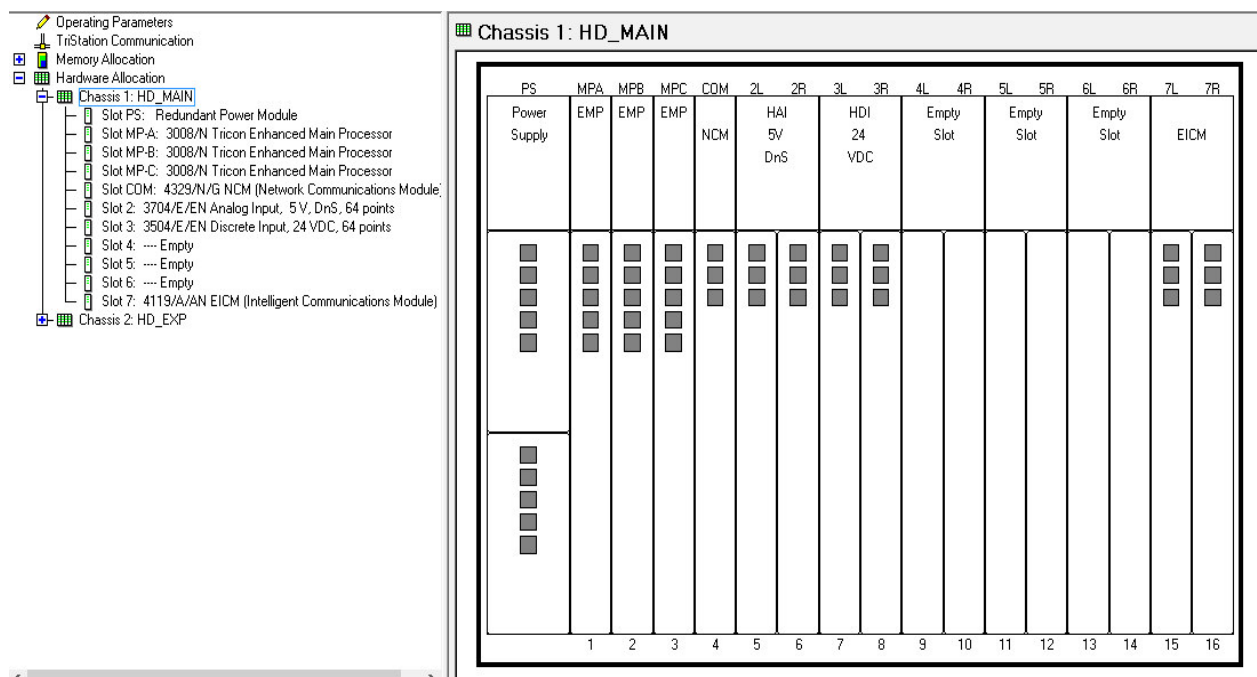
**Fuente:** Los autores (2016).

### **Narrativa de la lógica del sistema propuesto**

En la primera pantalla se declaran todas las variables que se usaran en la lógica. Para declarar una variable primero, hay que configurar como han de estar distribuidas las tarjetas en el chasis del PLC Ttricom.

En la primera pantalla se declaran todas las variables que se usaran en la lógica. Para declarar una variable primero, hay que configurar como han de estar distribuidas las tarjetas en el chasis del PLC Ttricom.

En el primer chasis, las primeras ranuras estarán ocupadas por la tarjeta de alimentación primaria redundante y las 3 tarjetas procesadoras redundantes, a partir de aquí estas ranuras serán llamadas SLOT, para facilitar su ubicación a la hora de realizar la lógica de programación.

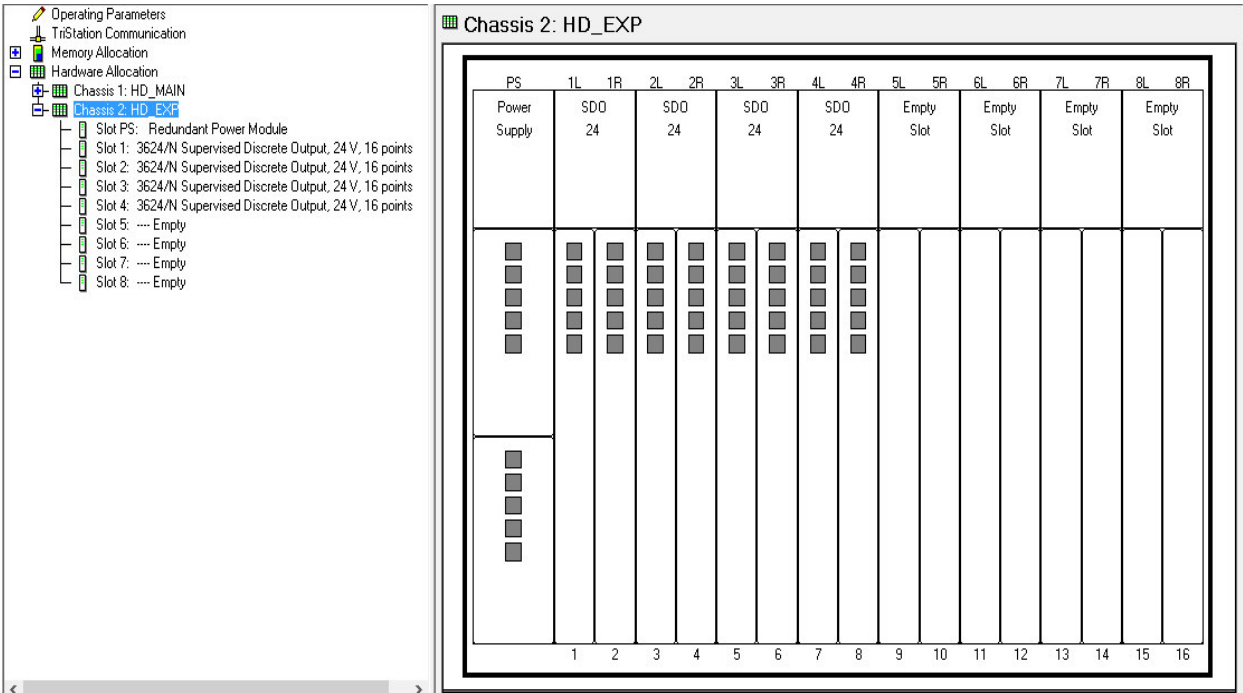


En el 1er SLOT se encuentra la tarjeta de comunicación, esta es utilizada para comunicarse con el chasis redundante y vía DATA HIWAY con el DCS, en el SLOT 2

tenemos la tarjeta analógica de entrada donde llegan las señales del campo provenientes de los transmisores, en el 3er SLOT tenemos la tarjeta digital de entrada a la cual llegan provenientes del campo las señales de los interruptores, pulsadores y detectores de llamas, el 4to, 5to y 6to SLOT están disponibles (SPARE) y por último en este chasis esta el 7mo SLOT.

En el segundo chasis, la primera ranura pertenece a la tarjeta de la fuente de alimentación redundante, en los SLOT 1, 2, 3 y 4 se encuentran las tarjetas digitales de salidas donde viajan las señales de 24 voltios hacia las solenoides que abren y cierran las válvulas de emergencia.

**Figura N° 26.** Chasis de Expansión



**Fuente:** Los autores (2016).

A continuación se procede a declarar la variable asignándoles el tagname, tipo de variable, tipo de aplicación y descripción, luego asignamos el punto indicando su



dirección física en la cual se establece el numero del chasi, el slot y el punto en la tarjeta, a su vez en el mismo menú se le asigna el tipo de variable.

**Figura N° 27.** Declaracion de Variable.

**Fuente:** Los autores (2016).

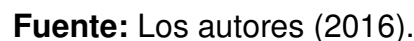
A continuación se presentan todas las variables declaradas en la lógica

**Figura N° 28.** Lista de Variables

	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
	LOCAL VARIABLES Funcion_1 - 7X69												
	Funcion_1 - 7X69												
F	P210.LC0 = 4CE7												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												
	TP_ALMS = 3079												

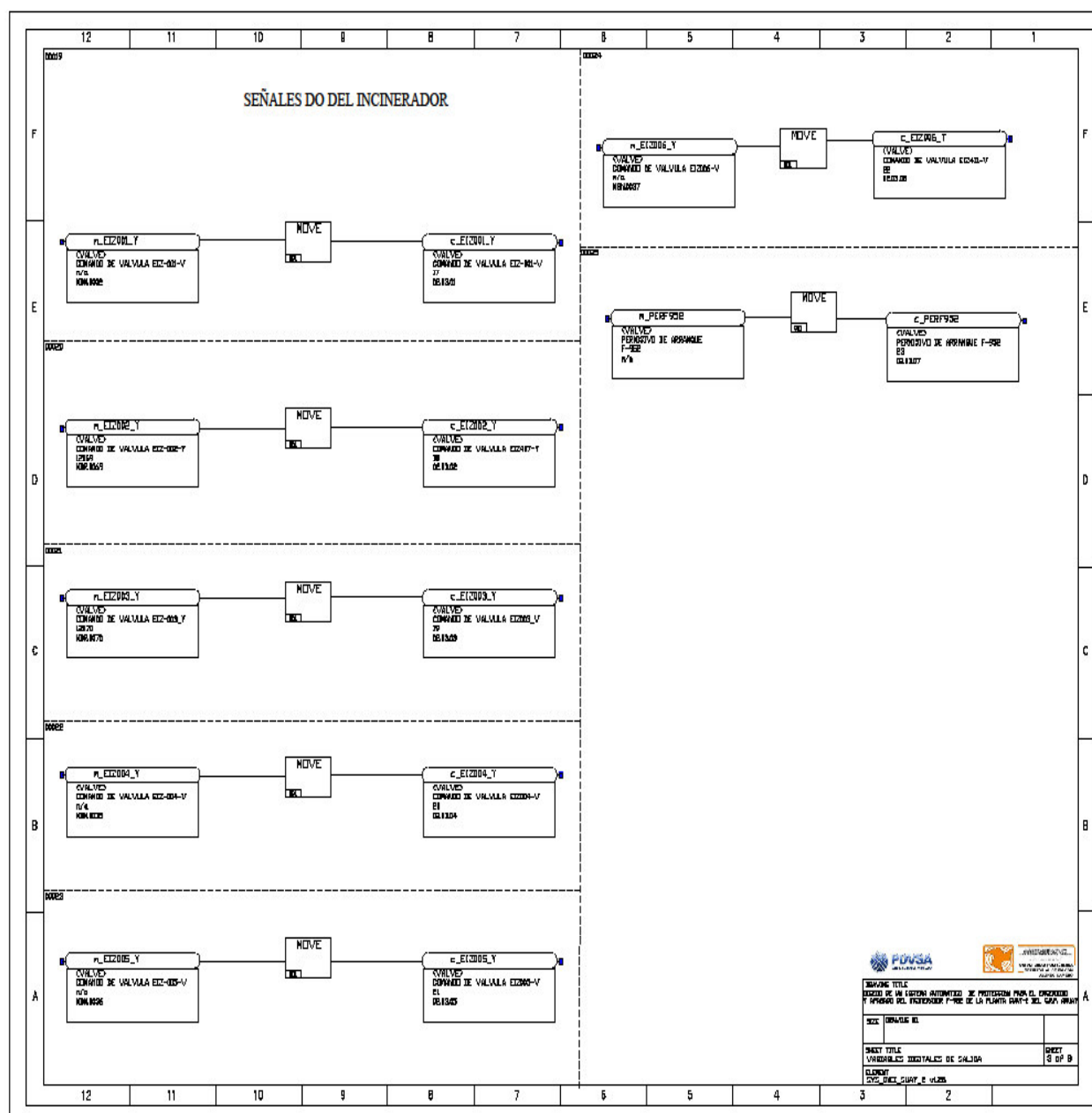
**Fuente:** Los autores (2016).

### Figura N° 29. Señales Digitales de Entrada



En la tercera pantalla se encuentran las señales digitales de salida las cuales están almacenadas en una memoria lógica en el PLC y son movidas hacia una señal física para campo.

**Figura N° 30. Señales Digitales de Salida**

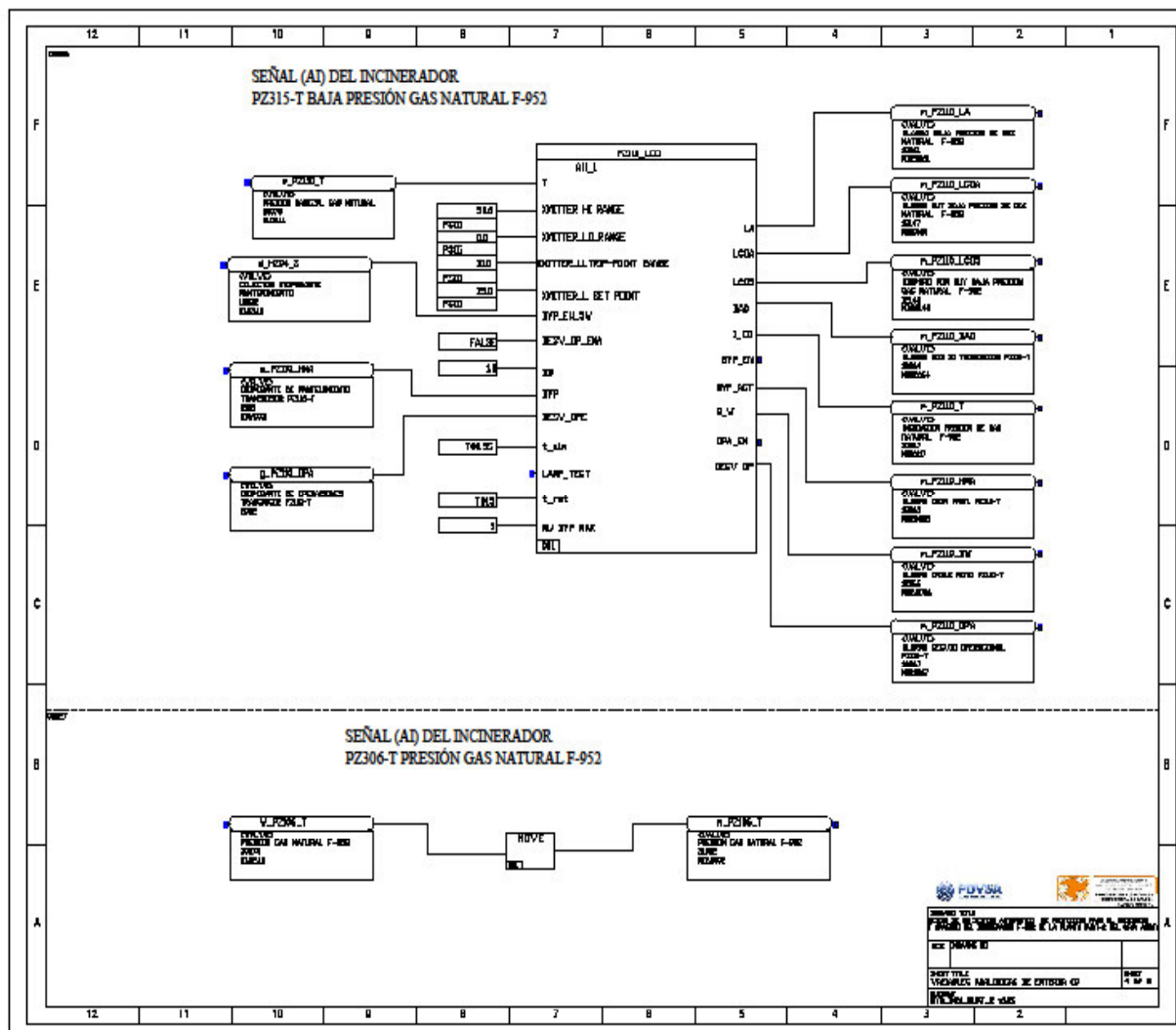


**Fuente:** Los autores (2016).

En la cuarta pantalla se encuentra el bloque de función de la señal analógica de entrada proveniente del PZ110T baja presión de gas natural, el cual ofrece como salida en primer lugar, el valor lógico de la variable física, así como las alarmas en caso que detecte valores bajos o anormales de dicha variable, al igual que otras salidas que indican si el transmisor fue desviado ya sea por mantenimiento u operativamente.

Cabe destacar que en este bloque también se configura el rango del instrumento, punto de alarma, punto de disparo, mala señal y cable roto.

**Figura N° 31.** Bloque de Función del Transmisor PZ110T



**Fuente:** Los autores (2016).

En la quinta pantalla se encuentra la lógica de pérdida de posición segura de las válvulas de corte, esta consta de 5 interruptores de posición cerrado, 5 interruptores de posición abierta, 5 bloques de función OR, 5 temporizadores a la conexión y una compuerta AND de 5 entradas.

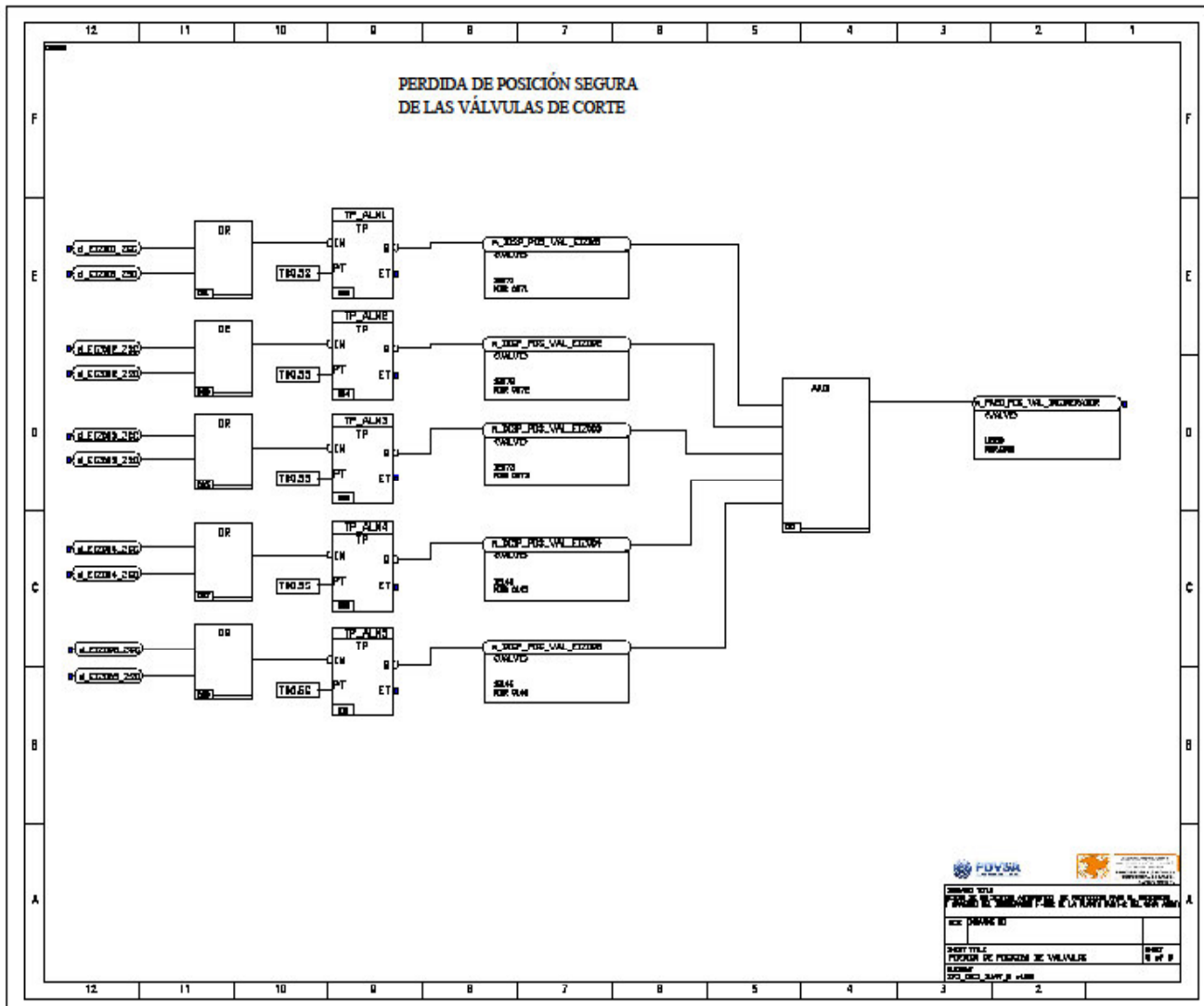
En condiciones iniciales están activados los cinco interruptores de posición cerrada ya que las válvulas de emergencia se encuentran en esa posición, esto genera que se activen cada una de las salidas de las compuerta OR (1 lógico), las cuales cambian a la entrada de los temporizadores por medio de un inversor (1 -0) manteniéndolos inactivos ya que estos se accionan a la conexión (ON DELAY). A la salida de estos se encuentran otros inversores que cambian el valor lógico (0 – 1), dichos valores van a una compuerta AND, que genera un 1 lógico a la salida manteniendo desactivado el disparo ya que es un sistema de falla segura.

Al ejecutar un comando en cualquiera de las válvulas éstas comenzaran a abrir, quedando en posición intermedia durante su recorrido, desactivando el 1 lógico a la salida de la compuerta OR, este se invierte a la entrada del temporizador activándolo, si la válvula no abre antes del tiempo en que fue programado el temporizador este activa su salida la cual conmuta por medio del inversor desactivando la entrada a la compuerta AND, generando el disparo por posición de válvula del incinerador

Una vez en servicio el sistema los interruptores de posición abierta conmutan, manteniendo activado el 1 lógico a las salidas de las compuertas OR, por tanto persiste desactivado el disparo por posición de válvula del incinerador.

Cabe destacar que el disparo de posición de válvula del incinerador puede generarse debido a una falla en cualquiera de los interruptores o cableados ocasionando la perdida de señal en las compuertas OR. En consecuencia se produce el disparo por pérdida de posición de válvula del incinerador.

**Figura Nº 32. Pérdida de Posición Segura de las Válvulas de Emergencia**



**Fuente:** Los autores (2016).

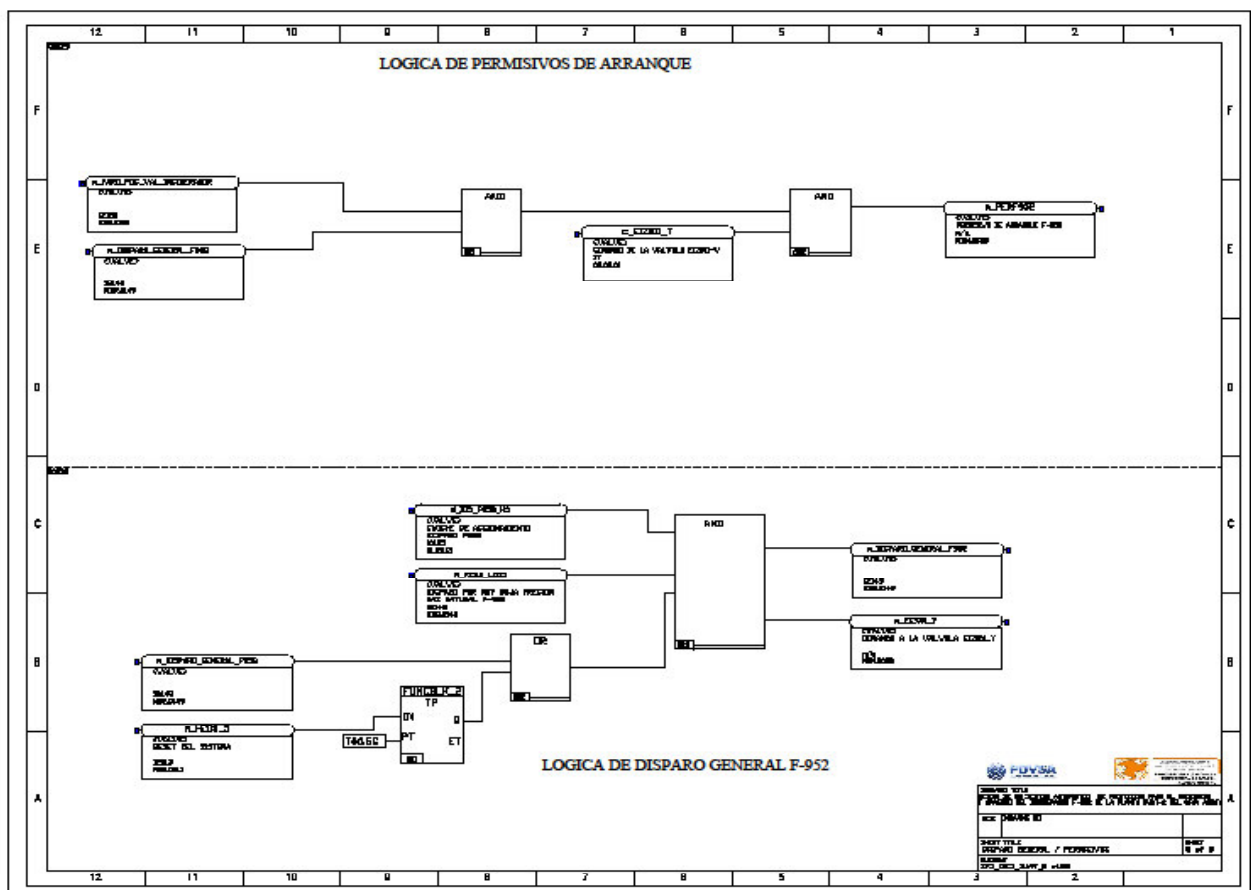
En la sexta pantalla se encuentra la lógica del disparo general y los permisivos, esta consta de un sistema de enclavamiento que permite normalizar el disparo general, dicho enclavamiento funciona de la siguiente manera; en condiciones iniciales el suichet de disparo general está cerrado generando un 1 lógico a una de las tres entradas de la compuerta AND, el transmisor por baja presión en condición normal activa un 1 lógico a la segunda entrada de la compuerta. Para que se produzca el tercer 1 lógico debe activarse la salida de la compuerta OR, esto se logra pulsando el

reset del sistema hasta que el temporizador mantenga activado la entrada de dicha compuerta que a su vez activa su salida hacia la compuerta and normalizando el disparo general y al mismo tiempo retroalimenta la otra entrada de la compuerta OR manteniendo así la condición.

Es de hacer notar que al normalizar el disparo se activa el comando hacia la válvula principal de gas. (EIZ001\_Y)

Si el sistema no presenta disparo por posición de válvula y como ya se cuenta con la válvula principal de gas abierta y el disparo general normalizado, esto genera la alarma de permiso de arranque del incinerador.

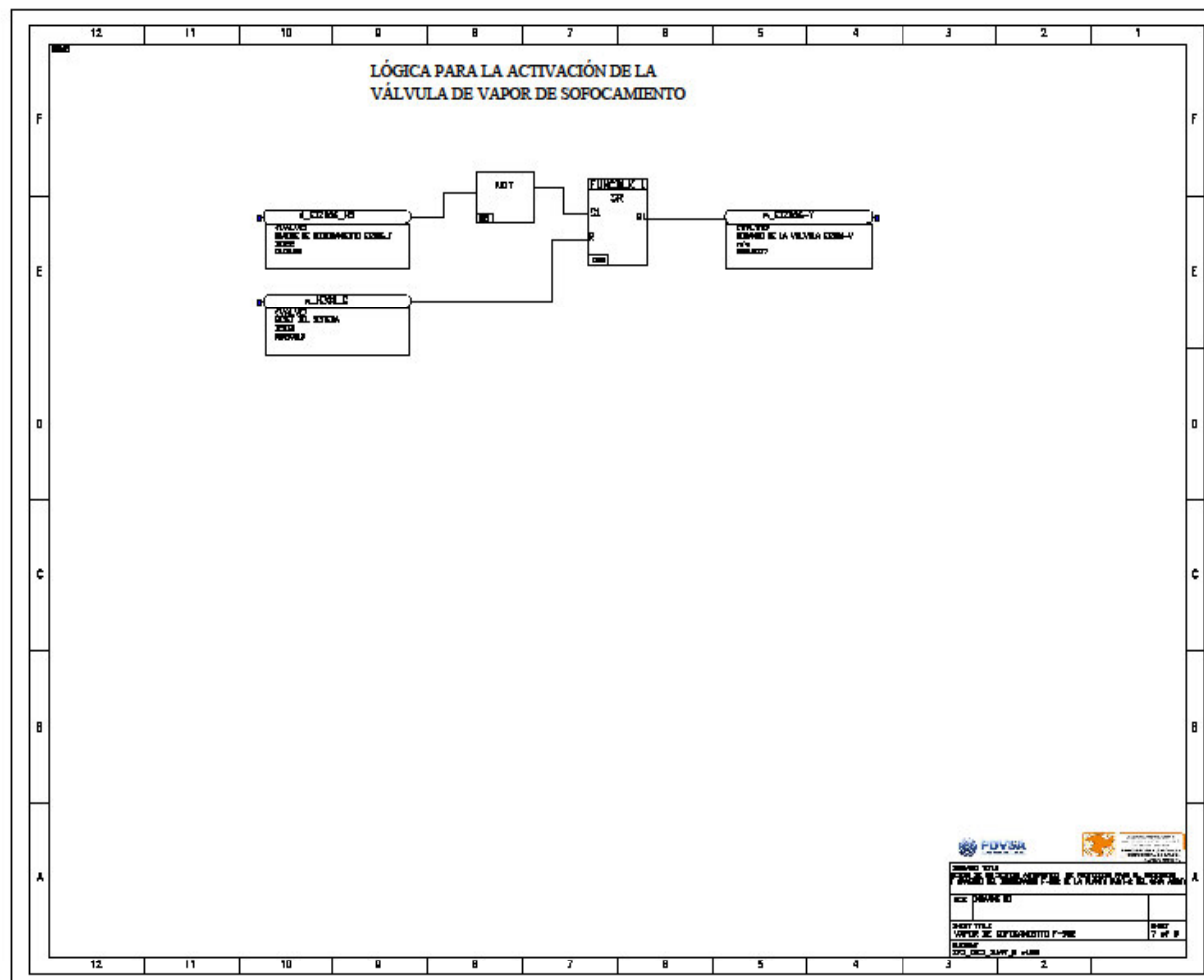
**Figura Nº 33. Lógica de Permisivos de Arranque**



**Fuente:** Los autores (2016).

En la séptima pantalla se encuentra la lógica para la activación de la válvula de vapor de sofocamiento, este se produce al accionar el suiche que activa el bloque de función manteniendo la válvula en posición abierta hasta tanto no se accione el reset del sistema ya que este desactiva el bloque cerrando la válvula de vapor.

**Figura N° 34.** Lógica de Vapor de Sofocamiento



**Fuente:** Los autores (2016).



En la octava pantalla se encuentra la lógica de secuencia de arranque del sistema de gas piloto y el gas combustible del quemador, su lógica funciona de la siguiente manera.

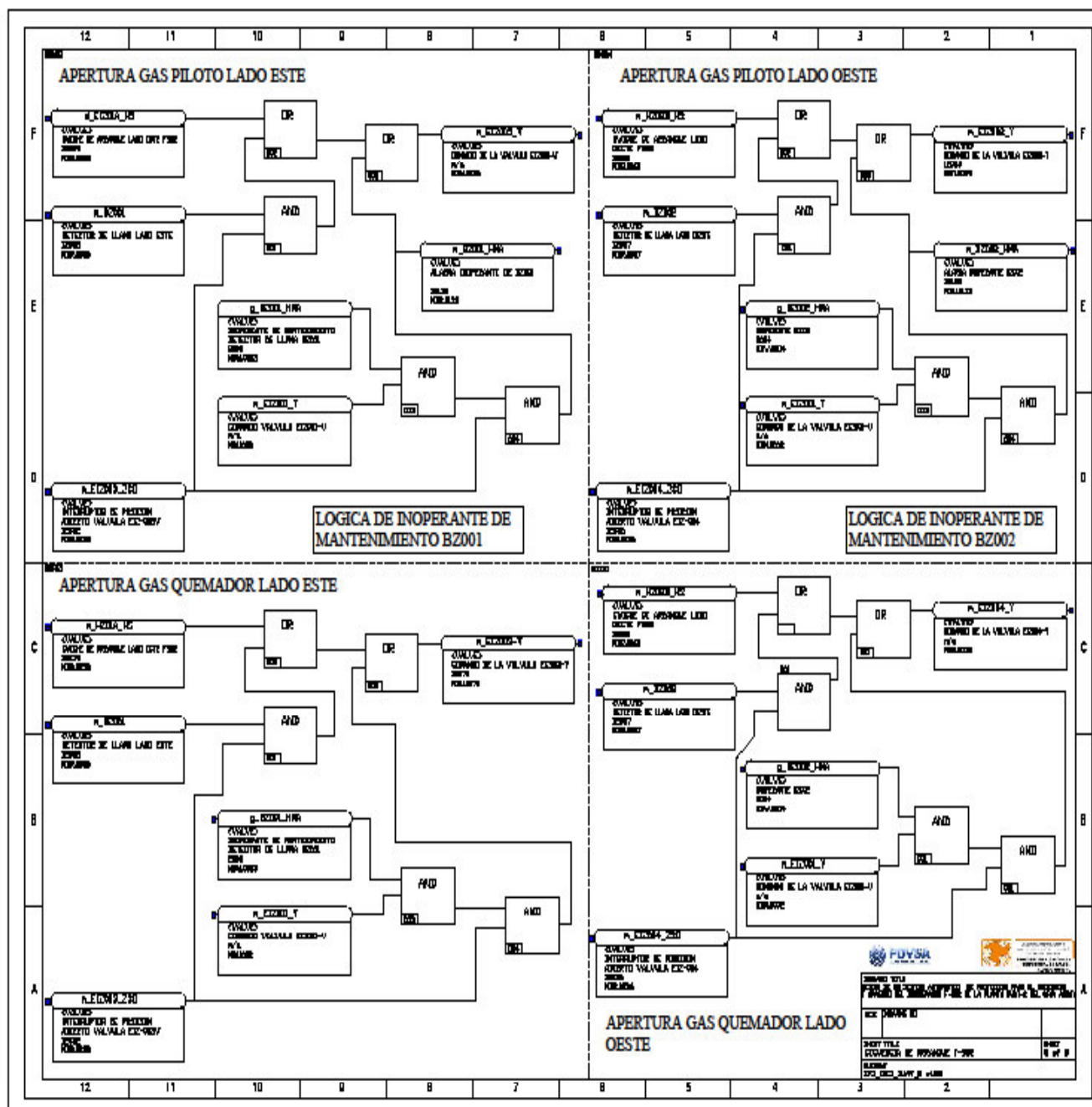
Cuando las condiciones del sistema están óptimas se procede a pulsar el botón de arranque del quemador lado ESTE produciendo un 1 lógico a la salidas de las compuertas, activando las válvulas EIZ 005 y EIZ 003, cabe destacar que se necesita mantener pulsado el botón de encendido para la activación de los interruptores de posición de las válvulas tanto de gas piloto como del gas al quemador y a su vez el contacto del detector de llamas BZ001, produciendo así el enclave lógico del sistema.

Una vez puesto en funcionamiento el sistema, solo con una falla en los contactos de posición de las válvulas o del detector de llamas BZ 001 son causantes de la parada de dicho quemador.

Se debe señalar que el sistema cuenta con desvío de inoperante de mantenimiento para el detector de llama el cual nos permite sacar fuera de servicio dicho detector sin afectar el funcionamiento del proceso

Esta lógica aplica para ambas secuencias de arranques de los quemadores y pilotos lado este y oeste.

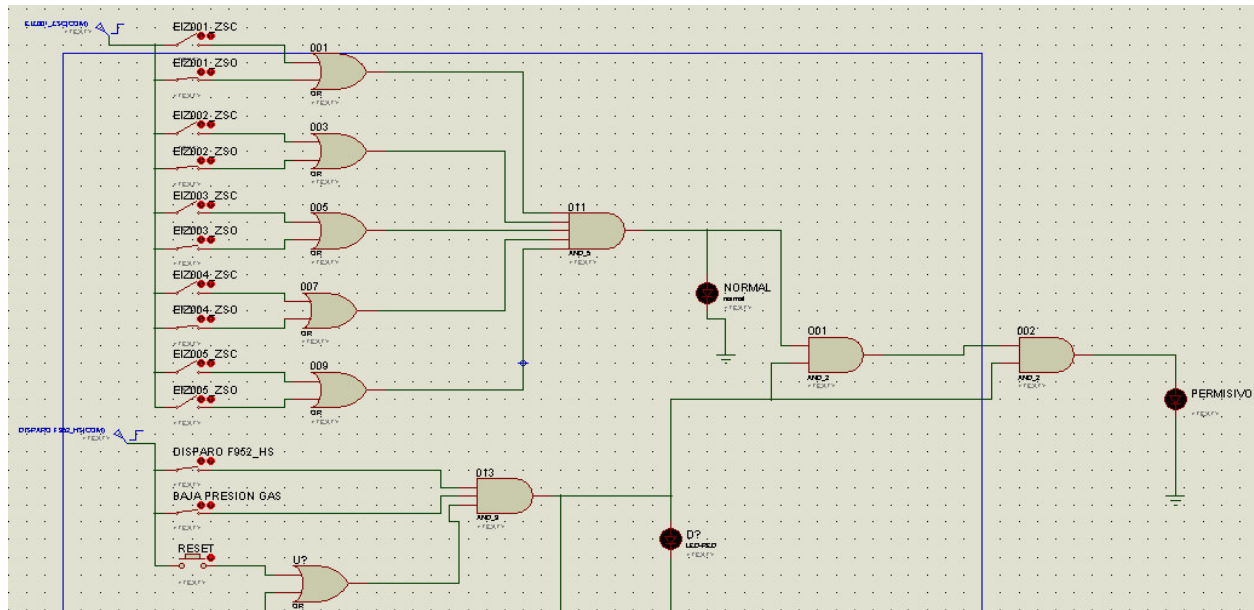
Figura N° 35. Lógica de Encendido de Pilotos y Quemadores.



Fuente: Los autores (2016).

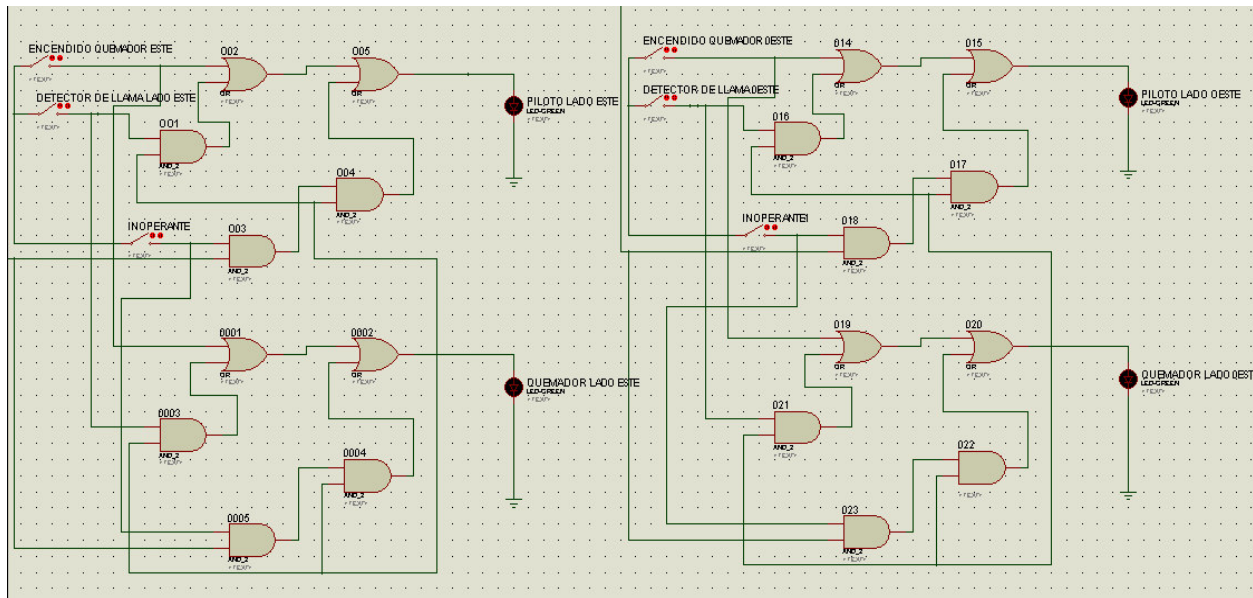
Al finalizar la lógica se realizó la simulación utilizando Proteus para demostrar su funcionamiento.

**Figura N° 36.** Lógica de Pérdida de posición de válvulas y permisos de arranque



**Fuente:** Los autores (2016)

**Figura N° 37.** Lógica de secuencia de arranque de pilotos y quemadores.



**Fuente:** Los autores (2016)

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Luego de haber desarrollado el proyecto, aplicando técnicas y métodos de la investigación acción participativa, e interpretando los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

En cuanto a la situación actual del sistema de protección del incinerador F-952 se pudo evidenciar falta de instrumentación automática que permita la protección de los equipos asociados a la planta; así como la emanación de gases de desecho hacia la atmósfera lo cual ocasiona contaminación. Igualmente se detectó falta de monitoreo de algunas señales en sala de control por lo que requieren de mayor presencia de personal en el área para visualizar dichas señales y realizar las acciones de protección de manera manual.

Una vez detectado la situación problemática se planteó como solución a la misma, diseñar un sistema de protección automático para el encendido y apagado del incinerador F-952; para esto se esquematizó el sistema de control de los equipos asociados a dicho incinerador a través de un diagrama de instrumentos y procesos (P&ID) del sistema actual y del sistema propuesto con las respectivas mejoras, según detalles y normas PDVSA.

Posterior a la esquematización del sistema se determinaron los equipos de instrumentación a utilizar, esto se logró a través de la revisión de documentación especializada y estudio de confiabilidad de los instrumentos, determinando que los equipos ideales son un detector de llama integrado con relé de llama interno tipo 95uv marca FIREYE, así como un transmisor de presión Rosemount 3051 In-Line, un PLC Triconex modelo 3008 tricon version 9.10 y válvulas Maxon serie 8000.

Finalmente se diseñó la lógica y narrativas del sistema propuesto a través de las nomenclaturas correspondientes al proceso y los planos del conexionado eléctrico,

haciendo uso de manuales de diseño de Diagramas e Instrumentos (DTI) y apoyándose en el software TriStation 1.3.

Con la ejecución de este proyecto se busca obtener mejoras en el sistema de protección de encendido y apagado automático del incinerador de gases de la planta SUAY-2 del C.R.P Amuay, representando un salto tecnológico en materia de seguridad industrial y ambiental, gracias a la utilización de equipos de alta tecnología, como lo es el PLC TRICONEX, aunado a un completo sistema de control lógico, que permiten el correcto funcionamiento del sistema de protección diseñado.

La implementación de este sistema de protección permite que un alto porcentaje de gases contaminantes no ingresen a la atmosfera; así mismo trae consigo la disminución casi total de la incidencia de accidentes laborales con sus respectivas consecuencias, más si estas se asociadas a explosiones e incendios así como fugas de gases o sustancias toxicas, que conlleva a posibles pérdidas humanas y materiales. Igualmente es importante hacer notar que los inconvenientes en lo que respecta a las aseguradoras se verán reducidos, al igual que el costo de la póliza de la planta antes mencionada, puesto que el sistema implementado está a la par de los estándares mundiales de seguridad.

Por lo anteriormente planteado se recomienda al Centro de Refinación Paraguaná perteneciente a la empresa PDVSA realizar las acciones pertinentes para la puesta en marcha del sistema propuesto ya que serían los principales beneficiarios con dicho sistema de protección pues las ventajas se orientan a sus empleados como al ambiente de las zonas aledañas.

En el mismo orden de ideas se le recomienda a la Universidad Politécnica Territorial de Falcón “Alonso Gamero” continuar con la excelente formación en el área para obtener novedad de proyectos en beneficio de la sociedad, siguiendo los lineamientos del nuevo sistema educativo venezolano que busca mejorar la calidad de vida sin afectar el medio ambiente.

## REFERENCIAS CONSULTADAS

- Arias, F. (2006). El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. Caracas: Episteme, C.A.
- Calderón Astorga, Natalia. (s.f.). La socialización como elemento fundamental en la vida. [Texto en Línea]. Disponible en: <http://www.psicopedagogia.com/socializacion>. Consulta: Septiembre 2016.
- Covarrubias, Mauricio (2006). Actualización Tecnológica de Sistema de Control y Parada de las Plantas de Compresión Tia Juana II y III (Estado Zulia). Proyecto de Grado para aspirar al título de Ingeniero Electrónico. Universidad Simón Bolívar – Venezuela.
- Cordero, X. y Romero, E. ABORDAJE COMUNITARIO Y EL DIÁLOGO DE SABERES. EXPERIENCIAS DESDE LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Memoria de Evento. UBV-Mérida. [Texto en Línea]. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16563/1/ponencia21.pdf>
- DE SCHUTTER, Anton: Investigación Participativa. Una Opción Metodológica para la Educación de Adultos. México, CREFAL 1981.
- Hurtado, J.(2008). El proyecto de Investigación. Sexta edición. Ediciones Quirón-Sypal.Caracas.
- Normas ANSI / ISA 5.1 (2009) [Texto en Línea]. Disponible en: <ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/DEIC/Materias/Proyecto%20de%20Automatizacion/ANSI%20ISA%20-%20Español%20Incompleto.pdf> Consulta: Febrero 10 de 2015.
- Perez, Omar (1997). Control Secuencial. Manual del Participante. CIED. Paraguaná – Estado Falcón
- SABINO, Carlos. (2000). El Proceso de la Investigación. Caracas. Editorial Panapo de Venezuela
- Tricon Technical Product Guide (1992) versión 9.2. Estados Unidos de America
- Yuni, J. y Urbano, C. (2006) Recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación Segunda edición. – Córdoba Editorial Brujas.

## ANEXOS

### Anexo N° 01. Detector de llama FIREYE



**Fuente:** Manual del Fabricante

### Anexo N° 02. Transmisor electrónico de presión rossmount 3051



**Fuente:** Manual del Fabricante

### **Anexo N° 03. PLC Tricom**



**Fuente:** Manual del Fabricante

### **Anexo N° 04. Valvulas Maxon Electroneumaticas**



**Fuente:** Manual del Fabricante