



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE DETECCIÓN DE
GAS Y FUEGO DE UNA
PLATAFORMA PETROLERA**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero Eléctrico Electrónico

P R E S E N T A

Israel Pulido Villalba

ASESOR DE INFORME

M. en C. Edgar Baldemar Aguado Cruz



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016

Índice

1.	OBJETIVO	4
2.	INTRODUCCIÓN	4
3.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y MEDIO EN QUE LABORA	5
3.1	MISIÓN.....	5
3.2	VISIÓN.....	5
3.3	RESPONSABILIDADES DENTRO DE LA EMPRESA	5
4.	ANTECEDENTES DEL PROYECTO	6
5.	MARCO TEÓRICO	6
5.1	NIVEL DE INTEGRIDAD DEL SISTEMA DE GAS Y FUEGO.....	7
5.2	COMPONENTES BÁSICOS DEL SISTEMA DE GAS Y FUEGO	7
5.3	SISTEMA DE DETECCIÓN DE GAS Y FUEGO.....	7
5.3.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE GAS Y FUEGO.....	7
5.3.2	DETECCIÓN DE FUEGO.....	9
5.3.2.1	MÉTODO DE DETECCIÓN DE FUEGO	9
5.3.2.2	DETECTOR DE FLAMA (UV/IR)	9
5.3.3	MÉTODO DE DETECCIÓN DE GAS	10
5.3.4	TIPOS DE ALARMAS	11
5.3.4.1	ALARMAS VISIBLES	11
5.3.4.2	ALARMAS AUDIBLES	11
5.3.4.3	SISTEMA DE CONDICIÓN NORMAL.....	12
5.3.4.4	ALARMA POR DETECCIÓN DE FUEGO.....	12
5.3.4.5	SISTEMA EN ALARMA POR DETECCIÓN DE GAS TÓXICO.....	13
5.3.4.6	SISTEMA EN ALARMA POR DETECCIÓN DE GAS COMBUSTIBLE.....	13
5.3.4.7	ALARMA POR ACTIVACIÓN DE ESTACIÓN MANUAL DE HOMBRE AL AGUA	14
5.3.4.8	ALARMA POR ACTIVACIÓN DE ESTACIÓN MANUAL DE ABANDONO DE PLATAFORMA	14
5.3.5	SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO	14
5.3.6	SISTEMAS DE SUPRESIÓN DE FUEGO A BASE DE AGENTE LIMPIO	15

5.3.7	ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE GAS Y FUEGO	15
5.4	ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE GAS Y FUEGO	17
5.4.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES	17
5.4.2	EQUIPO SELECCIONADO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE GAS Y FUEGO	17
5.4.3	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA TRUSTED	17
5.4.4	TOLERANCIA A FALLA	18
5.4.5	TOLERANCIA A FALLA IMPLEMENTADA POR HARDWARE (HIFT)	18
5.4.6	TRIPLE MODULAR REDUNDANTE (TMR)	18
5.4.7	REGIÓN DE CONTENCIÓN DE FALLA (RCF)	18
5.4.8	REEMPLAZO EN CALIENTE	19
5.4.9	TEORÍA DE OPERACIÓN	19
5.4.10	MÓDULOS DEL SISTEMA.....	20
5.4.10.1	PROCESADOR TMR TRUSTED.....	20
5.4.10.2	INTERFAZ DE COMUNICACIONES TRUSTED.....	22
5.4.10.3	MÓDULOS DE ENTRADA Y SALIDA DIGITALES	23
5.4.10.4	MÓDULOS DE ENTRADA Y SALIDA ANALÓGICAS	23
5.4.11	SOFTWARE PARA DESARROLLO DE APLICACIONES(IEC1131 TOOLSET).....	23
5.4.11.1	LENGUAJES IEC 1131	24
5.4.11.2	GRÁFICO DE FUNCIONES SECUENCIALES	25
5.4.11.3	BLOQUES DE FUNCIONES	25
5.4.11.4	DIAGRAMA DE LÓGICA DE ESCALERA.....	26
5.4.11.5	TEXTO ESTRUCTURADO	26
6.	DEFINICION DEL PROBLEMA.....	27
7.	PARTICIPACIÓN PROFESIONAL Y RESULTADOS	27
8.	CONCLUSIONES	32
9.	BIBLIOGRAFÍA	32

1. OBJETIVO

El objetivo es demostrar mi participación en el diseño de un Sistema de Detección Gas y Fuego de una plataforma petrolera para salvaguardar la integridad física del personal, proteger el medio ambiente y evitar daños a los equipos e instalaciones, previniendo o mitigando las consecuencias adversas que resultan de la probable liberación de material explosivo (gas combustible o gas hidrógeno) o venenoso (gas tóxico), mediante la detección y notificación oportuna de mezclas tóxicas y explosivas o incendios que se pudieran originar consiguiendo una operación segura de la plataforma petrolera.

2. INTRODUCCIÓN

La plataforma petrolera requiere de un Sistema de Gas y Fuego con el fin de garantizar la seguridad del personal, las instalaciones y el medio ambiente. El Sistema de Gas y Fuego recibe las señales de los detectores de fuego, gas tóxico, gas combustible, gas hidrógeno, instrumentación del sistema de agua contra incendio y estaciones manuales de alarma por (fuego, hombre al agua y abandono de plataforma) que se encuentran localizados en lugares estratégicos en el área de proceso (campo) y cuartos de control.

En caso de presentarse algún evento no deseado, el Sistema de Gas y Fuego desencadena la lógica programada, activando las alarmas audibles y visibles para dar aviso al operador y al personal además ejecutará las acciones automáticas correspondientes para controlar el evento no deseado.

El Sistema de Gas y Fuego cuenta con hardware, software y dispositivos de comunicación necesarios para operar bajo un ambiente de comunicación, permitiendo controlar y monitorear todas las operaciones del sistema a través del equipo de monitoreo y manejo de información llamado Interfaz Hombre Maquina (IHM) que permite a los operadores interactuar con el sistema, modificando variables de operación o simplemente observando el funcionamiento del mismo.

El Sistema de Gas y Fuego cuenta con rutinas de autodiagnóstico en línea y en tiempo real para la detección de fallas del hardware, instrumentación de campo y comunicaciones.

El diseño, los materiales, fabricación, instalación, los métodos de prueba deben estar de acuerdo a estándares, códigos y normas vigentes en el país.

3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y MEDIO EN QUE LABORA

La empresa de Ingeniería y Sistemas de Control (INSISCO) nace de la necesidad de reunir el KNOW HOW de diferentes sistemas de control para aportar soluciones globales a sus clientes.

Cuenta con personal de más de 12 años de experiencia en levantamientos, desarrollo de Ingeniería básica y de detalle, configuración y asesoría de sistemas SCADA, Sistemas de Control Distribuido (SCD), Sistemas de Gas y Fuego (SGyF), Sistemas de Paro por Emergencia (SPPE) y programación de PLCs.

3.1 MISIÓN

Integrar soluciones globales de control y automatización que permitan optimizar los recursos, inversiones y costos a nuestros clientes, con personal altamente competente que trabaje con ética profesional, calidad y seguridad.

Desarrollar proyectos industriales rentables, basados en la capacidad técnica de la empresa en un marco de cooperación y compromiso con sus objetivos.

3.2 VISIÓN

Ser una empresa competitiva, que ejecute proyectos integrales, enfocados a lograr la satisfacción de los clientes, socios y empleados.

3.3 RESPONSABILIDADES DENTRO DE LA EMPRESA

El puesto que desempeño dentro de la empresa es el de Ingeniero Senior en sistemas de control y mis responsabilidades son la de realizar ingeniería básica y de detalle de los sistemas de control como: Sistemas de Paro por Emergencia (SPPE), Sistemas de Control Distribuidos (SCD) y sistemas de Gas y Fuego (SGyF), además de la configuración y programación de estos sistemas y diseño de gráficos dinámicos para las estaciones de operación conocidas como Interfaces Hombre Máquina (IHM).

Otra de mis actividades es la de realizar los comisionamientos en sitio de los sistemas de control, realizando pruebas al sistema en conjunto con toda la instrumentación asociada y pruebas de comunicación con los otros sistemas de control que interactúan en la plataforma, esto con la finalidad de realizar pruebas integrales de funcionalidad.

4. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La naturaleza de los procesos y operaciones que se realizan en las instalaciones petroleras, implican riesgos de ocurrencia de incidentes industriales, destacando por su magnitud los de explosión e incendio que tengan su origen en fugas de hidrocarburos líquidos o gaseosos, así como aquellos derivados de la presencia de atmósferas contaminadas con productos tóxicos que ponen en riesgo la vida del personal y que pueden afectar al medio ambiente.

Esto ha obligado a modernizar e instalar sistemas con tecnología reciente y probada que permitan: monitorear y determinar las condiciones de riesgo, prevenir y alertar situaciones peligrosas, de incendio, aumentar la velocidad de respuesta para el combate del siniestro, accionar los sistemas contraincendio de manera manual, semiautomático o automática desde una posición segura, interactuar con otros sistemas de protección para informar y notificar a los sistemas que controlan los procesos; todo esto con el propósito de salvaguardar los recursos humanos y materiales, evitar y/o disminuir los daños a las instalaciones y al medio ambiente.

Por eso las plataformas petroleras requieren de un Sistema de Gas y Fuego mediante el cual monitoree, alerte, controle y supriman eventos y siniestros causados por gases tóxicos y mezclas explosivas de hidrocarburos en sus plantas e instalaciones.

Estos sistemas deben de contar con una alta confiabilidad y disponibilidad, es decir, que el sistema pueda desempeñar una función definida bajo condiciones específicas para un periodo de tiempo dado y con una probabilidad y confiabilidad del 99.9 % de que el sistema trabaje correctamente en dicho tiempo.

5. MARCO TEÓRICO

El diseño de un Sistema de Gas y Fuego debe estar bajo una norma Mexicana pero no existe una Norma Oficial Mexicana (NOM) que establezca dichos requerimientos. Petróleos Mexicanos desarrollo su propia norma la cual describe los requerimientos para el diseño del sistema de detección de gas y fuego, esta norma es la NFR-184-PEMEX-2013*.

Los requerimientos básicos para el diseño de los Sistemas de Gas y Fuegos de esta norma se describen a continuación.

* Norma de Referencia Federal NFR-184-PEMEX-2013 se puede consultar en:

<http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-184-PEMEX-2013.pdf>

5.1 NIVEL DE INTEGRIDAD DEL SISTEMA DE GAS Y FUEGO

El Sistema de Gas y Fuego debe estar certificado para desempeñar funciones instrumentadas de seguridad y cumplir con la IEC 61508* para sistemas de seguridad y para el nivel de integridad de seguridad (SIL**) especificado por PEMEX.

5.2 COMPONENTES BÁSICOS DEL SISTEMA DE GAS Y FUEGO

- A. Unidad de procesamiento central (CPU).
- B. Módulo de interfaces para comunicación.
- C. Módulos de entrada/salida.
- D. Módulo de alimentación de energía eléctrica.
- E. Software.
- F. Interfaz humano-máquina IHM.
- G. Sistema de fuerza ininterrumpible.

5.3 SISTEMA DE DETECCIÓN DE GAS Y FUEGO

5.3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE GAS Y FUEGO

El Sistema de Gas y Fuego de una plataforma petrolera, es de los más importantes ya que es uno de los más extensos y con más variables a tomar en cuenta dentro de su lógica operacional. Además su propósito es salvaguardar la integridad física del personal, proteger el medio ambiente y evitar daños a los equipos e instalaciones, previniendo o mitigando las consecuencias adversas que resultan de la probable liberación del material explosivo (gas combustible) o venenoso (gas tóxico), mediante la detección y notificación oportuna de mezclas tóxicas o incendios que se pudieran originar. Así mismo, este sistema permite las acciones de prevención para mitigar los posibles efectos adversos y así conseguir una operación segura de la plataforma.

* La IEC 61508 es una norma de seguridad fundamental que, independientemente de la aplicación, trata de la seguridad funcional de sistemas eléctricos, electrónicos y electrónicos programables.

* * El Safety Integrity Level, abreviado SIL, en español «Nivel de Integridad de Seguridad» se define como un nivel relativo de reducción del riesgo que provee una función de seguridad, o bien para especificar el nivel objetivo para la reducción de riesgo.

Dentro del sistema existen diferentes variables a detectar:

- Humo.
- Flama.
- Combustible.
- Gas Tóxico.
- Gas Hidrógeno.

Todas las variables a detectar son significativas para la operación segura, estable y eficiente de las áreas de de la plataforma, y serán monitoreadas por el Sistema de Gas y Fuego, el cual también ejecutará las acciones correspondientes a cualquier evento registrado.

El Sistema de Gas y Fuego recibe señales de los detectores de fuego, gas tóxico, gas combustible, gas hidrógeno, humo y estaciones manuales de alarma (fuego, hombre al agua y abandono de plataforma), que se encuentran localizados en lugares estratégicos en el área de proceso y cuartos de control. En caso de presentarse algún evento, el Sistema de Gas y Fuego activará las alarmas audibles, visibles y enviará una señal a la estación de operación ubicada en el cuarto de control, para dar aviso al operador y ejecutar las acciones correspondientes. El Sistema de Gas y Fuego envía la información correspondiente a los diferentes sistemas con los que se encuentra interconectado para que estos a su vez realicen las acciones preestablecidas para cada caso en particular.

Para cada uno de los casos, el Sistema de Gas y Fuego cuenta con diferentes detectores para poder monitorear diferentes variables, ya sea fuego o concentración de gases. Para el caso de fuego el sistema deberá recibir la confirmación por un mínimo de 2 detectores en la misma zona, una vez confirmada la presencia de fuego dicho sistema actuará sobre la(s) válvula(s) de diluvio, activando la válvula de diluvio que protege el área donde se presente el evento de fuego.

En el caso de los eventos de alta concentración de gas tóxico (H₂S), gas combustible (gas amargo), y gas hidrógeno (el cual es liberado por baterías en estado de carga) las alarmas se activarán con un solo detector en alarma.

Una vez enterado del evento, el operador podrá reconocer la alarma y silenciar si se requiere desde la estación de operación del Sistema de Gas y Fuego ubicada en el cuarto de control.

Cuando la causa de la alarma desaparezca, será necesario restablecer el sistema para que este vuelva a su condición normal de operación, si no hay presencia de ninguna de las variables que alarman en el sistema, éste se restablece sin ningún problema, sin embargo, en caso de restablecer el sistema antes de que la causa de alarma desaparezca, el sistema accionará nuevamente las alarmas. En el caso de las botoneras que se activan manualmente, solo se podrán restablecer por medio de una llave física asignada.

En caso de presentarse varios eventos al mismo tiempo el sistema da prioridad a los eventos haciendo sonar el tono correspondiente a la alarma de mayor prioridad.

Estas son las alarmas y el orden de prioridad existentes en la plataforma:

1. Abandono de plataforma.
2. Alta concentración de Gas Tóxico.
3. Fuego.
4. Alta concentración de Gas Combustible.
5. Hombre al agua.
6. Simulacro.

El orden de prioridad de los eventos está sujeto a modificación de acuerdo al análisis de riesgo de la instalación.

Todos los detectores, estaciones manuales, válvulas de diluvio, instrumentos de presión, de flujo, etc., correspondientes al Sistema de Gas y Fuego deben estar alambrados punto a punto al sistema de gas y fuego, excepto los detectores de humo que se alambra en lazos de control inteligentes. Los dispositivos que se mantienen monitoreando la presencia de humo, solo se encuentran localizados en cuartos cerrados, ninguno en área de proceso.

5.3.2 DETECCIÓN DE FUEGO

5.3.2.1 MÉTODO DE DETECCIÓN DE FUEGO

Existen varios instrumentos para la detección de fuego en aéreas abiertas, los más comunes son los que contienen un sensor Ultra Violeta (UV) y un sensor Infrarrojo (IR) en el mismo instrumento y procesan las señales recibidas como se determina a continuación:

5.3.2.2 DETECTOR DE FLAMA (UV/IR)

El detector de flama (UV/IR) detecta la radiación ultravioleta e infrarroja producida por fuego por medio de foto-sensores independientes para cada una de las dos bandas requeridas y utiliza las ondas de luz ultravioleta e infrarroja que generan las flamas para detectar la presencia del fuego, sólo al detectar ambos espectros de luz envía la señal de alarma, puede detectar toda clase de incendios (incluyendo la flama por hidrógeno) y no solo los producidos por hidrocarburos o hidrógeno.

El sensor usa el principio fotoeléctrico para procesar dinámicamente la señal en las bandas ultravioleta e infrarrojo y una señal combinada para indicar la presencia de fuego.

El detector de flama ejecuta periódicamente un programa automático de auto prueba para verificar de forma constante la visibilidad de la lente del detector contra suciedad, así como la sensibilidad del sensor y el correcto funcionamiento de su electrónica.

El detector de flama (UV/IR) alarmará cuando ambos sensores (UV/IR) indiquen la presencia de la flama dentro del rango de 0,185 micrones a 0,245 micrones de UV y de 2,5 micrones a 5 micrones para IR, con un campo de visión de 90 grados, para así detectar un fuego de 0,093 m² (un pie cuadrado) a una distancia de 15,24 m (50 ft).

El detector debe responder con una alarma en un tiempo de 0,1 s a 5 s y hasta que no se confirme la señal se debe activar la alarma de fuego detectado. El tiempo de respuesta espectral del detector debe cumplir conforme a la tabla 1.

DETECTOR	PERÍODO (EN SEGUNDOS)
ULTRAVIOLETA	< 0,1
INFRARROJA	< 0,03
ULTRAVIOLETA / INFRARROJA	< 6

Tabla 1: Tiempo de respuesta espectral del sensor (UV/IR)

5.3.3 MÉTODO DE DETECCIÓN DE GAS

Al igual que los detectores de fuego existen varios instrumentos para la detección de gas pero los más utilizados son del tipo infrarrojo que funcionan con emisores y receptores de luz infrarroja. Si un gas se encuentra en el ambiente, éste interfiere con la potencia de transmisión entre el emisor y el receptor. Esta alteración determina qué tipo de gas se encuentra presente.

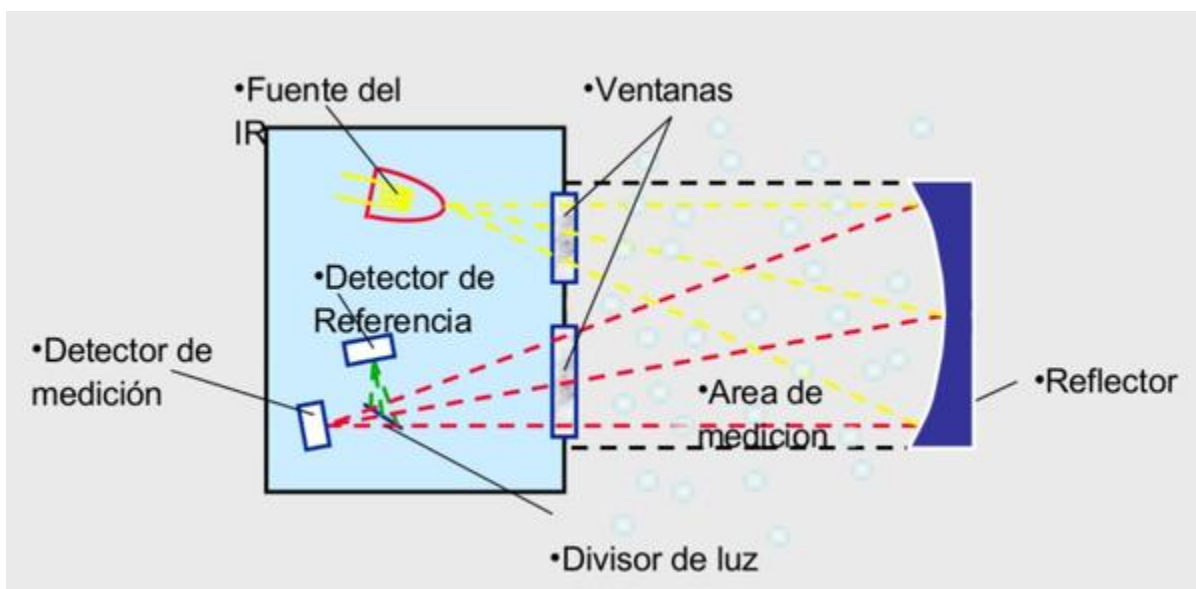


Figura 1: Método de detección de gas

El funcionamiento de estos sensores se basa en el principio de que el gas absorbe energía de la emisión a una determinada longitud de onda (normalmente en el rango de los infrarrojos). Los gases que puede detectar este tipo de sensor son aquellos que contengan más de un tipo de átomo, como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y ácido sulfhídrico (H₂S) que absorben la radiación infrarroja. Cuando los gases pasan entre el emisor y el receptor, el gas absorbe parte de la radiación infrarroja y la menor intensidad de la emisión es detectada por el receptor. La concentración del gas detectado es proporcional a la cantidad de luz infrarroja absorbida.

5.3.4 TIPOS DE ALARMAS

5.3.4.1 ALARMAS VISIBLES

Las alarmas visibles permiten alertar de manera visual al personal que se encuentra en la plataforma, sobre la existencia de una condición de emergencia, estas condiciones serán detectadas por los elementos primarios de detección (detectores de gas, detectores de fuego y estaciones manuales) del Sistema de Gas y Fuego y activadas de acuerdo a cada evento detectado.

COLOR	TIPO	RAZÓN DE ALARMA
VERDE	CONTINUO	CONDICIÓN NORMAL
ROJO	INTERMITENTE	FUEGO
AMBAR	INTERMITENTE	ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS COMBUSTIBLE
AZUL	INTERMITENTE	ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS TÓXICO
BLANCO	INTERMITENTE	ABANDONO DE PLATAFORMA
VIOLETA	INTERMITENTE	HOMBRE AL AGUA

Tabla 2: Tipos de alarmas visibles

5.3.4.2 ALARMAS AUDIBLES

El objetivo de estas alarmas es dar a conocer a todo el personal que se encuentre en la plataforma, sobre la presencia de una condición anormal en la plataforma (fuego, detección de gas tóxico, detección de gas combustible, hombre al agua y abandono de plataforma).

RIESGO/AVISO	TONO/SONIDO	FRECUENCIA
ABANDONO DE PLATAFORMA	SIRENA EXTREMADAMENTE RAPIDA	560-1055Hz
ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS TÓXICO (H2S)	SIRENA LENTA TEMPORAL	BAJO 424 Hz/ ALTO 77 Hz
FUEGO	SIRENA RAPIDA	560-1055Hz
ALTA CONCENTRACIÓN DE GAS COMBUSTIBLE	CORNETA CONTINUA	470 Hz
HOMBRE AL AGUA	ALTERNANTE ALTO-BAJO	BAJO 363 Hz / ALTO 518 Hz

Tabla 3: Tipos de alarmas audibles

La señal de audio hacia las alarmas audibles se originará en un generador de tonos y un amplificador que, a su vez, recibirá las señales para la emisión de los diferentes tonos o mensajes de alarma desde el Sistema de Gas y Fuego.

5.3.4.3 SISTEMA DE CONDICIÓN NORMAL

En condiciones normales de operación el Sistema de Gas y Fuego se encontrará en automático y se advertirá mediante las alarmas visibles color verde (luz continua) de los semáforos ubicados en toda la plataforma. Esta condición determina la ausencia de situaciones de peligro.

5.3.4.4 ALARMA POR DETECCIÓN DE FUEGO

Al percibir mediante cualquier detector de fuego la presencia de fuego, el detector enviará la señal respectiva de alarma al Sistema de Gas y Fuego que activarán las alarmas visibles color rojo (del nivel de la plataforma donde se presente el evento por fuego).

Estando activado uno de cualquiera de los detectores, si otro detector de fuego ubicado en la misma zona, se activa por la presencia de fuego y este segundo envía la señal de alarma al Sistema de Gas y Fuego, se activarán las alarmas visibles color rojo de toda la plataforma y mandara activar las alarma audible de fuego de toda la plataforma.

Si el evento de fuego confirmado corresponde a un área protegida por el sistema de aspersion de agua contra incendio el Sistema de Gas y Fuego activará una salida digital de 24 VCD para energizar la solenoide de la válvula de diluvio correspondiente al área afectada.

Cuando alguna persona se percate de una situación de fuego y active la estación manual de alarma por fuego se enviará una señal digital al Sistema de Gas y Fuego activando las alarmas visibles color rojo y al mismo tiempo las alarmas audibles de fuego.

El sistema continuará alarmando en la pantalla del operador (IHM), aunque desaparezca la condición de alarma, esto para evitar que el evento pase desapercibido al operador y será necesario restablecer la botonera de fuego con su llave física.

El operador debe restablecer el sistema desde el IHM, se encenderán las luces color verde y el sistema apagará las luces de alarmas por fuego, siempre y cuando no existan más alarmas presentes.

5.3.4.5 SISTEMA EN ALARMA POR DETECCIÓN DE GAS TÓXICO

Al percibir mediante uno de los detectores de gas tóxico la presencia de baja concentración (10 PPM*) de gas tóxico, por medio de una señal analógica el detector notificará esta condición al Sistema de Gas y Fuego activando las alarmas visibles color azul del nivel de la plataforma donde se presente el evento por baja concentración de gas tóxico

Si la presencia de gas tóxico continúa incrementando y el detector determina que se ha alcanzado una alta concentración (20 PPM) de gas tóxico y si un segundo detector de gas tóxico ubicado en la misma zona, advierte la presencia de una alta concentración de gas tóxico (20 PPM) el Sistema de Gas y Fuego activará las alarmas visibles y audibles de alta concentración de gas tóxico de toda la plataforma.

Si la presencia de gas tóxico continúa incrementando y el primer detector determina que se ha alcanzado una muy alta concentración de gas tóxico (50 PPM), si el segundo detector de gas tóxico ubicado en la misma zona advierte la presencia de una muy alta concentración de gas tóxico (50 PPM) el Sistema de Gas y Fuego activará las alarmas visibles color azul y alarmas audibles de muy alta concentración de gas tóxico en toda la plataforma y mandará una señal de gas tóxico confirmado al Sistema de Paro por Emergencia (SPPE) donde éste sistema desencadenará el paro de emergencia de la plataforma.

5.3.4.6 SISTEMA EN ALARMA POR DETECCIÓN DE GAS COMBUSTIBLE

Al percibir mediante uno de los detectores de gas combustible la presencia de baja concentración (20% LEL**) de gas combustible por medio de una señal analógica el detector notificará esta condición al Sistema de Gas y Fuego activando las alarmas visibles color ámbar del nivel de la plataforma donde se presente el evento por baja concentración de gas combustible.

Estando activado uno de cualquiera de los detectores de gas combustible con alta concentración (40% LEL) si un segundo detector de gas combustible ubicado en la misma zona advierte la presencia de una alta concentración de gas combustible (40% LEL), el Sistema de Gas y Fuego activará las alarmas visibles color ámbar y audibles de gas combustible de toda la plataforma.

* PPM: Partes por millón de concentración de gas tóxico en la atmosfera.

** LEL: Limite inferior de explosividad (Lower Explosive Limit).

Si la presencia de gas combustible continúa incrementando y el primer detector determina que se ha alcanzado una muy alta concentración de gas combustible (60% LEL), si el segundo detector de gas combustible ubicado en la misma zona, advierte la presencia de una muy alta concentración de gas combustible (60% LEL) el Sistema de Gas y Fuego activará las alarmas visibles color ámbar y audibles de gas combustible de toda la plataforma y mandará una señal de gas tóxico confirmado al Sistema de Paro por Emergencia (SPPE) donde éste sistema desencadenará el paro de emergencia de la plataforma.

5.3.4.7 ALARMA POR ACTIVACIÓN DE ESTACIÓN MANUAL DE HOMBRE AL AGUA

Cuando alguna persona se percató que alguien ha caído al mar y active la estación manual de alarma por hombre al agua esta enviará una señal digital al Sistema de Gas y Fuego, el cual a su vez activará la alarma visible color violeta y activará la alarma audible de hombre al agua en toda la plataforma.

El sistema continúa alarmando en la pantalla del operador aunque desaparezca la condición de alarma, para evitar que el evento pase desapercibido para el operador y será necesario restablecer la botonera de hombre al agua con su llave física.

El operador debe restablecer el sistema desde el IHM, se apagarán las luces de alarma de hombre al agua y encenderán las luces verdes, siempre y cuando no existan más alarmas presentes.

5.3.4.8 ALARMA POR ACTIVACIÓN DE ESTACIÓN MANUAL DE ABANDONO DE PLATAFORMA

Cuando exista una situación de extremo peligro, el personal competente evaluará la necesidad de evacuar al personal de la plataforma y activará la estación manual de alarma por abandono de plataforma. Esta enviará una señal digital al Sistema de Gas y Fuego, el cual a su vez activará las alarmas visibles blancas y audibles de abandono de plataforma en toda la plataforma.

5.3.5 SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO

Al presentarse una alarma de fuego confirmado, el Sistema de Gas y Fuego enviará una salida digital a la válvula de diluvio que protege el área afectada por el evento, y una vez que dicha válvula abra, un interruptor de alta presión (PSH) enviará una señal digital al Sistema de Gas y Fuego para confirmar la apertura de la válvula de diluvio.

5.3.6 SISTEMAS DE SUPRESIÓN DE FUEGO A BASE DE AGENTE LIMPIO

Para la detección de humo en los cuarto que contienen equipo eléctrico/electrónico, se cuenta con un sistema de supresión de fuego a base de agente limpio FM-200 o CO₂, el cual es totalmente independiente al Sistema de Gas y Fuego de la plataforma.

Cada uno de los sistemas de supresión cuenta con un tablero de control local, el cual enviará las condiciones de operación, alarmas, fallas, señales de supervisión de dispositivos y confirmación de eventos. El envío de estas señales hacia el Sistema de Gas y Fuego es a través de comunicación con protocolo MODBUS TCP/IP.

5.3.7 ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE GAS Y FUEGO

La siguiente imagen representa una arquitectura típica de un Sistema de Gas y Fuego, donde muestra la instrumentación de entrada, instrumentación de salida y equipos con los cual esta interconectado.

* Modbus TCP/IP es un protocolo de comunicaciones situado en el nivel 7 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro/esclavo (RTU) o cliente/servidor (TCP/IP), diseñado en 1979 por Modicon para su gama de controladores lógicos programables (PLCs). Convertido en un protocolo de comunicaciones estándar en la industria de los PLCs, es el que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales.

ARQUITECTURA TIPICA DE UN SISTEMA DE GAS Y FUEGO

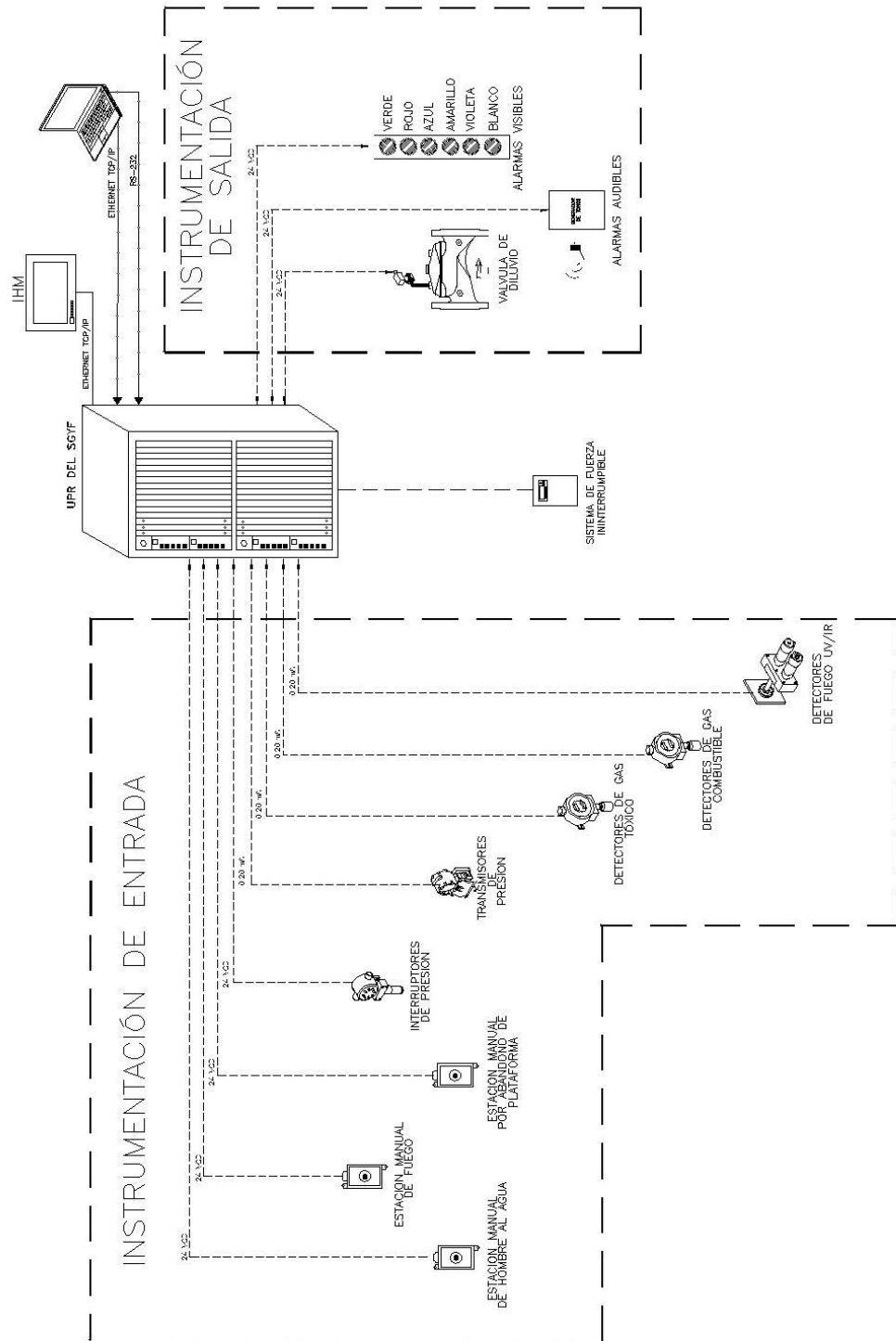


Figura 2: Arquitectura del Sistema de Gas y Fuego

5.4 ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE GAS Y FUEGO

5.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

1. El Sistema de Gas y Fuego debe ser de tecnología digital basados en microprocesadores en su CPU así como módulos de comunicación, módulos de entrada y módulos de salida.
2. Para sistemas redundantes los módulos de entrada y salida y CPUs del Sistema de Gas y Fuego se deben reemplazar en línea sin requerir herramientas especiales, la configuración de los módulos reemplazados debe ser automática sin que cause interrupción o disturbios en ninguno de los componentes del Sistema de Gas y Fuego ni en la comunicación hacia los sistemas externos.
3. La arquitectura debe ser modular tolerante a fallas en hardware o software.
4. El CPU debe tener autodiagnóstico e indicar su estado operativo por medio de indicadores luminosos montados al frente del mismo, así mismo debe monitorear todo el estado funcional del Sistema de Gas y Fuego (incluidas tarjetas del CPU, módulos de alimentación, módulos de entradas y salidas, módulos de interfaces de comunicación y demás componentes).

5.4.2 EQUIPO SELECCIONADO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE GAS Y FUEGO

Actualmente en el mercado existen muchas marcas internacionales que cuentan con equipos especializados para diseñar sistemas de control y sistemas de seguridad industrial tales como Rockwell Automation, Honeywell, Invensys Systems, ABB, Emerson, etc.

El Sistema de Gas y Fuego se diseño con un equipo Trusted de Rockwell Automation ya que este equipo cuenta con los requerimientos que indica la norma NFR-184-PEMEX.

5.4.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA TRUSTED

El sistema de control industrial TRUSTED está basado en un microprocesador triplicado y tiene redundancia interior de todos los circuitos críticos.

El TRUSTED tiene una estructura interior triplicada. La infra-estructura del sistema es común tanto a módulos tolerantes a falla como a los no redundantes, permitiendo seleccionar el nivel de redundancia de acuerdo a las necesidades específicas de la aplicación.

5.4.4 TOLERANCIA A FALLA

La tolerancia a falla es la habilidad de continuar funcionando en caso de que ocurra una o más fallas dentro del sistema. La tolerancia a falla puede ser lograda de varias maneras, cada una con sus rasgos específicos. La forma predominante de tolerancia a falla dentro del TRUSTED es la triple modular redundante (TMR) con tolerancia a falla implementada por hardware (HIFT). Este método mantiene la recuperación de falla automática sin interrupción del funcionamiento del sistema y asegura períodos de detección de falla mínimos.

El procesador TRUSTED y las Interfaces TRUSTED tolerantes a falla emplean HIFT patentado (Tolerancia a Falla implementada por Hardware) y procesamiento TMR (Triple Modular Redundante).

5.4.5 TOLERANCIA A FALLA IMPLEMENTADA POR HARDWARE (HIFT)

HIFT indica que el sistema TRUSTED se basa en circuitos robustos de hardware (lo contrario a los algoritmos del software complejos) para realizar la detección de fallas y funciones de administración de la redundancia. Otra ventaja significativa del HIFT tiene sobre la tolerancia a falla implementada por software es que la HIFT elimina el sobre flujo de las comunicaciones entre los procesadores, dejando más tiempo para controlar el proceso. Esto hace los sistemas con HIFT sean significativamente más rápidos y más confiables que los sistemas que usan la tolerancia de la falla implementada por software.

5.4.6 TRIPLE MODULAR REDUNDANTE (TMR)

TMR es el esquema de redundancia en el TRUSTED, con el que se triplican los circuitos críticos y se realizan las funciones idénticas simultáneamente e independientemente. La salida de los datos de cada uno de los tres circuitos se vota en un circuito de votación por mayoría, antes de afectar las salidas del sistema. Si uno de los circuitos triplicados falla sus datos de salida son ignorados. Sin embargo, el sistema continúa proporcionando valores de salida al proceso (voltaje, nivel actual, o el estado de la salida discreta) que está de acuerdo con la mayoría de los circuitos funcionales. El TRUSTED usa TMR ampliamente, proporcionando el funcionamiento continuó.

5.4.7 REGIÓN DE CONTENCIÓN DE FALLA (RCF)

Una región de contención de falla (RCF) asegura que una falla dentro de su límite no se propaga al resto del módulo. Esto permite a las fallas múltiples co-existen en partes diferentes del sistema sin afectar el funcionamiento de todo el sistema. El TRUSTED emplea regiones de contención de falla dentro de sus módulos.

5.4.8 REEMPLAZO EN CALIENTE

El reemplazo en caliente es la habilidad de reparar las fallas sin interrumpir el funcionamiento del sistema. Sin el reemplazo caliente no sería posible lograr el funcionamiento continuo (ya que el sistema tendría que ser detenido para las reparaciones). Todos los módulos TRUSTED pueden ser reemplazados individualmente en caliente.

5.4.9 TEORÍA DE OPERACIÓN

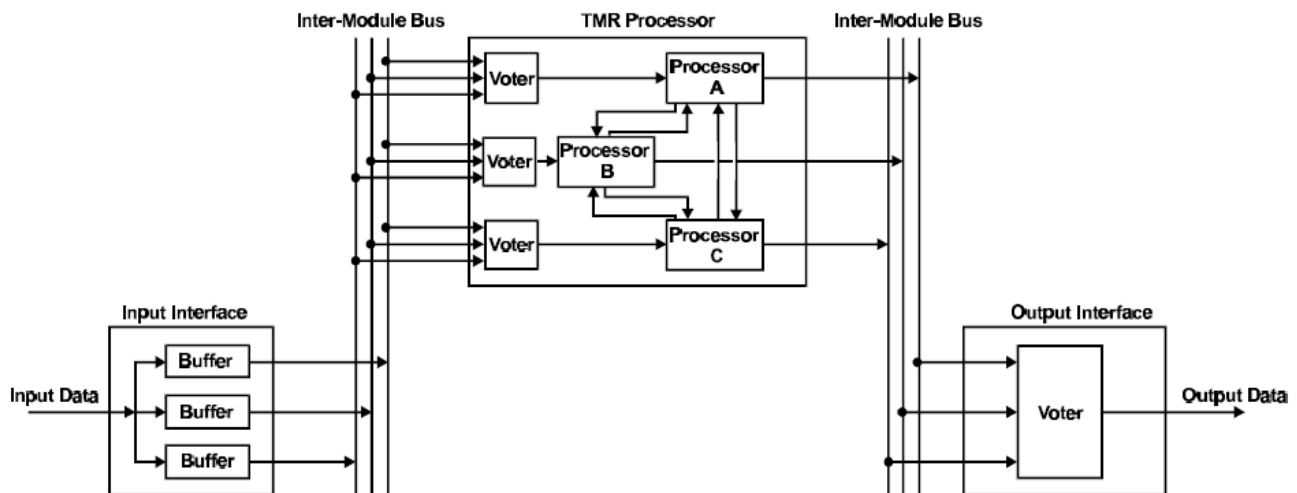


Figura 4: Arquitectura TMR del TRUSTED

La Figura 4 es un esquema funcional simplificado que muestra los elementos importantes del funcionamiento tolerante a falla del TRUSTED. El sistema opera básicamente en la sucesión siguiente:

1. La interfaz de la entrada recibe, almacena en memoria temporal ("buffers") y lleva a cabo cualquier conversión necesaria de los datos de entrada de dispositivo del campo. Los datos de entrada se transmiten entonces sobre el bus (Inter-módulo-triplicado) al procesador del TRUSTED.
2. Los microprocesadores triplicados del procesador TRUSTED, reciben los datos de entrada de cada canal del bus (Inter-módulo-triplicado) y llevan a cabo una votación por mayoría de los datos.
3. Durante el procesamiento de datos, cada uno de los tres procesadores compara y vota por mayoría sus datos de entrada contra los de los otros dos procesadores.

4. Los procesadores triplicados ejecutan el programa de la aplicación sincrónicamente y los datos de salida derivados se transmiten de regreso al bus (Inter-módulo-triplicado).
5. La interfaz de salida recibe, vota por mayoría, y lleva a cabo cualquier conversión necesaria de los datos de salida del Procesador de TMR TRUSTED. Los circuitos de salida se manejan entonces por el comando votado por mayoría.

El sistema TRUSTED repite esta secuencia de operación continuamente a muy alta velocidad, proporcionando el procesamiento continuo de datos del lazo de control a alta velocidad.

Si un circuito interior en el sistema TRUSTED falla, simplemente se rechaza por votación. Esta votación distribuida rechaza las fallas por votación mayoritaria, previniendo que se propaguen en el proceso y simplifica el proceso de identificar donde las fallas han ocurrido.

5.4.10 MÓDULOS DEL SISTEMA

5.4.10.1 PROCESADOR TMR TRUSTED

El procesador TMR TRUSTED forma el elemento de procesamiento principal del sistema TRUSTED, proporcionando control global del sistema y los medios de monitoreo, siendo un módulo poderoso y configurable.

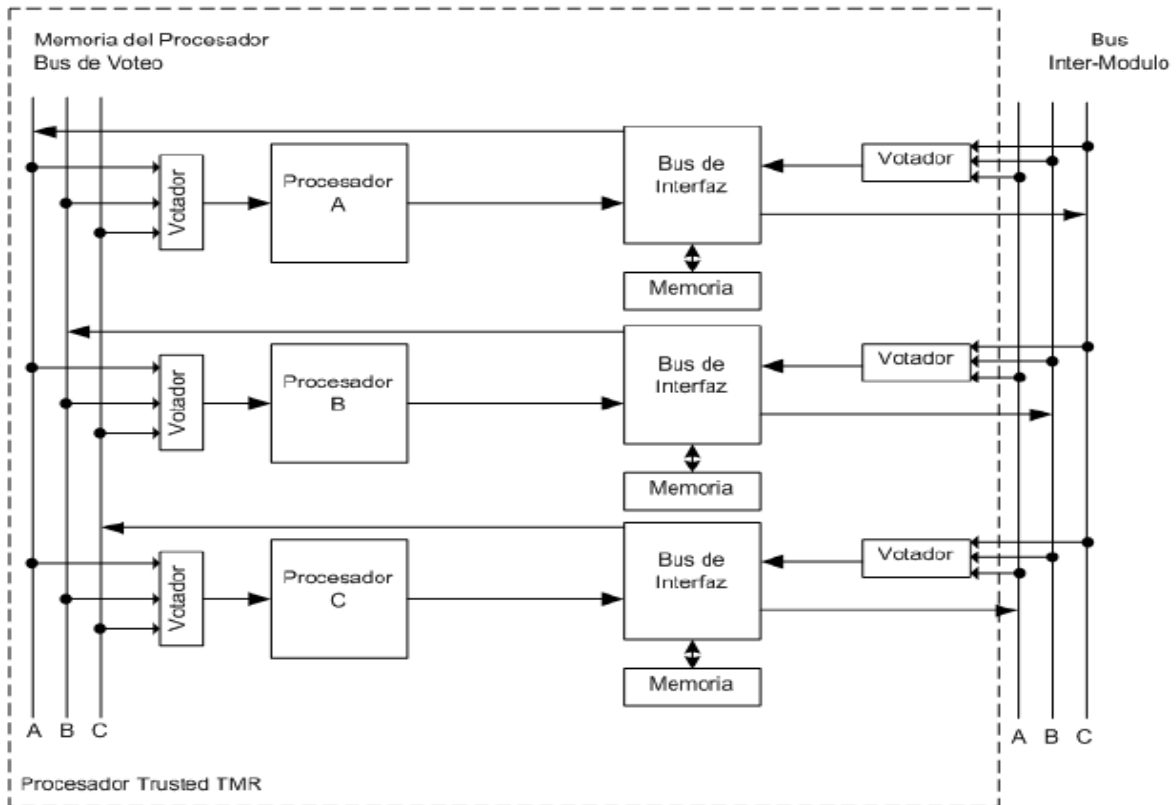


Figura 5: Diagrama de bloques de operación del procesador.

El procesador TRUSTED está basado en un diseño tolerante a falla sobre una arquitectura TMR de configuración de paso cerrado (lock – step). El modulo contiene tres procesadores como región de contención de falla (RCF), cada región contiene un procesador Motorola Power PC y su correspondiente memoria. Cada RCF del procesador tiene que someter los datos al proceso de votación con las otras dos RCF de los otros procesadores para eliminar divergencias en la operación.

Los tres procesadores del modulo almacenan, ejecutan el programa de aplicación, escanean y actualizan los módulos de entrada y salida donde detectan las fallas en el sistema. Cada procesador ejecuta el programa de aplicación independientemente.

Cada procesador y sus respectivas RCF obtienen el voltaje de alimentación dual redundante de +24 VCD a través del conector del chasis del controlador (backplane).

Los circuitos de votación leen los datos de entrada desde el Bus y llevan a cabo un proceso de votación 2oo3* de los datos. El votación y los circuitos de detección de falla habilitan al modulo para identificar y aislar las fallas transitorias, intermitentes y permanentes conforme se presentan. Todas las fallas son grabadas en un historial de fallas del sistema. Las fallas permanentes son anunciadas por los LEDs del panel frontal del modulo.

* Votación 2oo3 significa que mientras se cumplan 2 de las 3 señales como buenas el sistema tomara la señal como válida.

Los datos del sistema, la información de falla y los datos del programa de usuario son retenidos en la memoria no volátil del procesador TRUSTED hasta por 10 años, a través de una batería no reemplazable.

5.4.10.2 INTERFAZ DE COMUNICACIONES TRUSTED

La interfaz de comunicaciones TRUSTED es un módulo simple de entrada y salida inteligente que proporciona un rango de servicios de comunicación para el controlador TRUSTED, minimizando la carga de comunicación del procesador TRUSTED. La interfaz de comunicaciones TRUSTED es un módulo configurable por el usuario, que puede soportar medios de comunicación múltiples. El papel principal del módulo es proporcionar el manejo de las comunicaciones y la traducción desde y hacia los protocolos de comunicaciones externos e Interfaces.

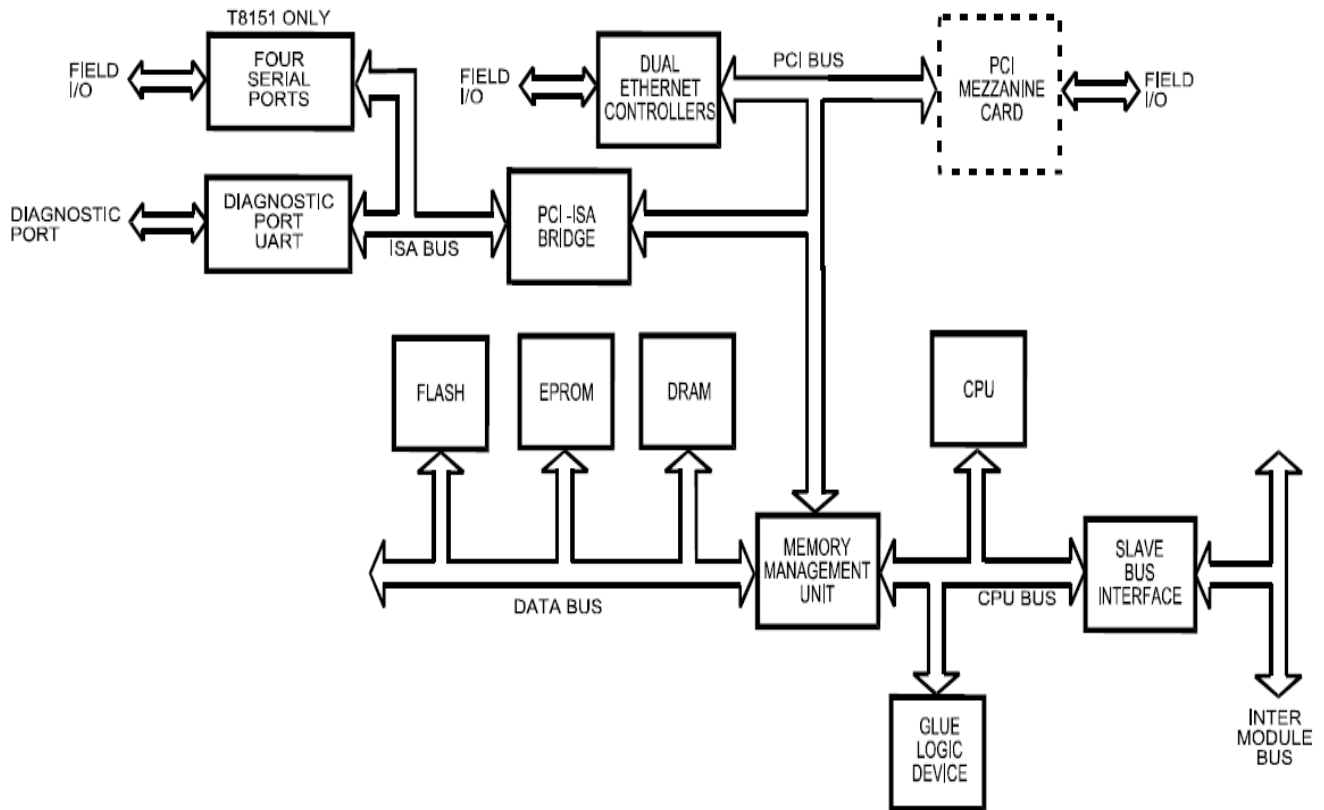


Figura 6: Esquema simplificado del flujo de datos de la interfaz de comunicación TRUSTED

5.4.10.3 MÓDULOS DE ENTRADA Y SALIDA DIGITALES

Cada sección triplicada de un módulo de entrada digital condiciona la señal de entrada independientemente y es aislada ópticamente de la terminación del campo. Cada sección envía sus datos de entrada a un votante de hardware el cual representa los tres valores de datos al procesador TRUSTED.

Los módulos TMR de salida digital proporcionan votación tolerante a falla hasta para 40 salidas de señales de campo. Los datos de salida del procesador TRUSTED son votados 2oo3 y entonces usados para manejar las salidas aisladas ópticamente. El monitoreo de línea es configurable por el usuario para detectar fallas en circuito abierto y en corto circuito del lado del campo del circuito.

Los módulos de entrada y salida digital están provistos de unos LED bi-color, uno por canal, en el tablero frontal (rojo/verde).

5.4.10.4 MÓDULOS DE ENTRADA Y SALIDA ANALÓGICAS

Cada una de las secciones triplicadas de un módulo de entrada analógica convierte la señal de voltaje de entrada variable a un valor digital a través de un convertidor de analógico-digital dedicado. Cada sección envía sus datos a un votante de hardware el cual representa los tres valores de datos al procesador TRUSTED.

El módulo de salida analógica provee corriente de 4-20mA de una fuente de salida (fuente de campo) para manejar las cargas de la instrumentación de campo. Las salidas son valores digital-analógicos convertidos en 12- Bits en el procesador de TRUSTED. Las configuraciones tolerantes a falla usan tres secciones por cada salida. Diagnósticos adicionales proporcionan la calibración y pruebas automáticas en la tarjeta.

El módulo de salida acepta 24V DC redundantes para energizar los circuitos de campo analógicos ópticamente aislados.

5.4.11 SOFTWARE PARA DESARROLLO DE APLICACIONES (IEC1131 TOOLSET)

El IEC1131 TOOLSET ofrece muchas herramientas de programación para desarrollar los algoritmos de control para satisfacer las necesidades de aplicaciones de control en tiempo real.

Los lenguajes de configuración y de programación aprobados para el uso en aplicaciones relacionadas con la seguridad hasta SIL 3 se muestran en la Tabla 4.

Relacionado con la Seguridad	Bloques de Función
	Diagrama de Lógica de Escalera
Restringido	Lista de Instrucciones
	Texto Estructurado
No relacionado para Seguridad	Gráfico de Funciones Secuenciales

Tabla 4: Lenguajes de programación aprobados

1. Lenguajes relacionados con la seguridad son aquellos lenguajes que han sido aprobados para aplicaciones de seguridad y el conjunto de instrucciones completas puede usarse libremente.
2. Lenguajes relacionados con la Seguridad (Restringidos). Pueden usarse estos lenguajes que han sido clasificados para el uso restringido dentro de aplicaciones relacionadas de seguridad siempre que solamente aquellas instrucciones que estén dentro del subconjunto seguro.
3. No relacionado para seguridad. No pueden usarse estos lenguajes en aplicaciones de un sistema relacionado con la seguridad.

5.4.11.1 LENGUAJES IEC 1131

Los Lenguajes de IEC1131 permiten a un operador con un conocimiento de la aplicación desarrollar los programas para el TRUSTED, pero sin requerir un entendiendo detallado de programación de computación.

Los cinco lenguajes de programación de IEC1131 usados en el TRUSTED son:

- Gráfico de Funciones Secuenciales
- Bloques de Funciones
- Diagrama de Lógica de escalera
- Texto Estructurado
- Lista de Instrucciones

5.4.11.2 GRÁFICO DE FUNCIONES SECUENCIALES

Un grafico de funciones secuenciales divide el ciclo del proceso en varios pasos bien definidos, separados por transiciones. Los otros lenguajes se usan para describir las acciones realizadas dentro de los pasos y las condiciones lógicas para las transiciones.

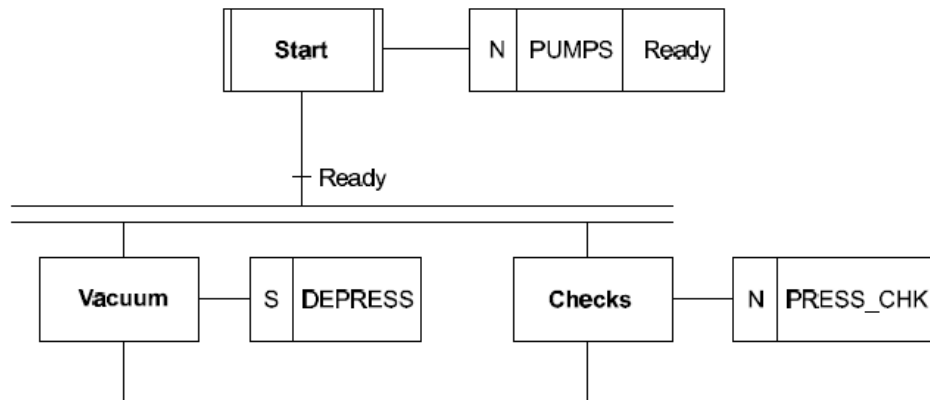


Figura 7: Ejemplo de programación con grafico de funciones secuenciales

5.4.11.3 BLOQUES DE FUNCIONES

Es un lenguaje gráfico que le permite al usuario construir los procedimientos complejos tomando los Bloques de Función existentes de la biblioteca de IEC1131.

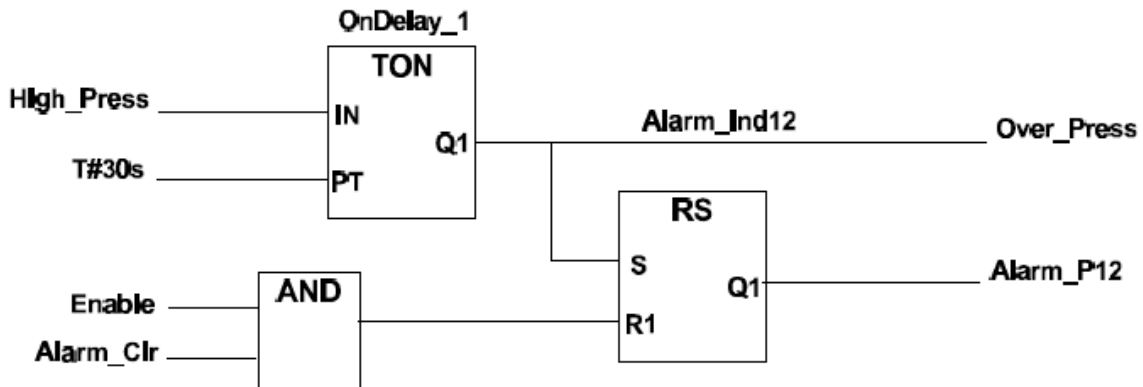


Figura 8: Ejemplo de programación con bloques de funciones

5.4.11.4 DIAGRAMA DE LÓGICA DE ESCALERA

Los diagramas de lógica de escalera representan ecuaciones lógicas y acciones simples. El IEC1131 TOOLSET soporta a un editor de lógica de escalera completo que le permite al usuario que mezcle la programación de lógica de escalera y de bloques de función en el mismo editor.

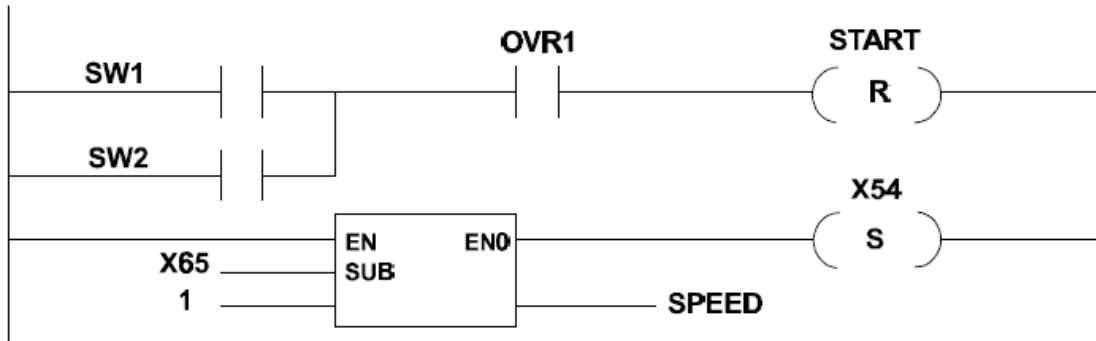


Figura 9: Ejemplo de programación con diagrama de escalera

5.4.11.5 TEXTO ESTRUCTURADO

Es un lenguaje estructurado de alto nivel con una sintaxis similar al 'Pascal'. Este lenguaje es usado principalmente para llevar a cabo procedimientos complejos que no pueden expresarse fácilmente con los lenguajes gráficos.

```
IF SPEED1>100.0 THEN
Flow_Rate:=50.0 + Offset_A1;
ELSE
Flow_Rate:=100.0;
Steam:=ON;
END_IF;
```

Figura 10: Ejemplo de programación con texto estructurado

6. DEFINICION DEL PROBLEMA

Una plataforma petrolera es una instalación riesgosa por lo que requieren equipos de seguridad especial que salvaguarden la integridad física del personal que labora ahí, proteger el medio ambiente ya que normalmente las plataformas petroleras en México se encuentran ubicadas en el Golfo de México y algunos accidentes podrían causar derrames de petróleo hacia el mar logrando contaminar el medio ambiente; también este sistema ayuda a proteger los equipos e instalaciones de la plataforma.

Por eso la importancia de que las plataformas petroleras tengan un sistema de seguridad como el Sistema de Gas y Fuego donde su principal objetivo es el de detectar fugas de gas combustible, gas tóxico y fuego que muchas veces es difícil ser detectadas por el personal o llegan a ser estas fugas muy rápidas que no permitirían al personal que labora ahí tomar acciones rápidas para contener el incidente, por eso es necesario diseñar sistemas de detección de Gas y Fuego automáticos que tomen acciones rápidas ante dichas contingencias.

7. PARTICIPACIÓN PROFESIONAL Y RESULTADOS

Dentro del proyecto tuve una participación en la ingeniería de diseño del Sistema de Gas y Fuego, esta ingeniería de diseño se divide en:

- A. Ingeniería básica
- B. Ingeniería de detalle

Ingeniería básica: es toda la documentación que describe los requisitos del Sistema de Gas y Fuego donde se encuentra:

1. Especificación técnica y cuestionario técnico: estos son los dos documentos que contiene toda la información técnica para los proveedores, esta documentación la realice en base a las normas de PEMEX que aplican y los requerimientos específicos del sistema, donde detallo todas las características que deben de cumplir los equipos, la cantidad de señales con las que se trabajara, el dimensionamiento de todos los módulos de entrada y salida (analógicos y digitales), cantidad de módulos de comunicación y tipos de comunicación, topología de las redes de comunicación, características de las interfaces hombre maquina (IHM) número de gráficos dinámicos que debe tener las IHM, características de diseño de los gráficos dinámicos, tamaño del chasis donde se alojaran todos los módulos de Sistema de Gas y Fuego, análisis de potencias para las fuentes que alimentaran el sistema y toda la instrumentación de campo. Para poder realizar toda esta documentación fue necesario tener conocimientos de las normas para los Sistemas de Gas y Fuego, conocimientos de programación de microcontroladores, conocimiento básico de redes, protocolos de comunicación, conocimiento de electrónica y análisis de circuitos eléctricos.

2. Filosofía de operación y matriz causa y efecto: es la información que describe la filosofía que debe de tomarse en cuenta para la programación de la aplicación que se ejecutara el CPU del Sistema de Gas y Fuego. La filosofía de operación y matriz causa y efecto describen detalladamente todas las variables que se deben de considerar para la programación del sistema, es decir, involucra todas las señales de entrada, describe la manera de cómo van operar y las acciones que se deben de tomar (variables de salida). La filosofía de operación y matriz causa son documentos relacionados donde la filosofía describe las operaciones que en ocasiones no son posibles plasmar en la matriz causa y efecto. Esta información es la que se entrega a los ingenieros programadores de los sistemas para llevar la filosofía de programación a la aplicación que se ejecutara en el CPU del Sistema de Gas y Fuego. En la figura 11 hay un ejemplo de una matriz causa y efecto del Sistema de Gas y Fuego.

Ingeniería de detalle: Es toda la documentación que describe a detalle la configuración de los lazos de control del Sistema de Gas y fuego, que contiene principalmente:

1. Diagramas de lazo: son diagramas que se generan con la información recibida del proveedor del Sistema de Gas y Fuego y de los proveedores de la instrumentación, donde se plasma el diagrama completo de lazo de control desde el instrumento de campo hasta la señal vista en el IHM. En la figura 12 se muestra un diagrama de lazo para la señales de fuego F-100A, F-100B y F-100C de la matriz causa y efecto descrita anteriormente.
2. Lógicos de control: Son diagramas que detallan como debe de ser la programación de la matriz causa y efecto y filosofía de operación, estos diagramas se generan con bloques de funciones mismos que deben de ser copiados en el software de configuración del Sistema de Gas y Fuego. En la figura 13 se muestra el lógico de control para las señales de fuego F-100A, F-100B y F-100C de la matriz causa y efecto descrita anteriormente.

TAG	ALARMA	DESCRIPCIÓN DE CAUSA	EJEMPLO DE MATRIZ CAUSA Y EFECTO PARA UN SISTEMA DE GAS Y FUEGO													
			TAG DE SALIDA	ACCIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			ALARMAS VISIBLES DE FUEGO NIVEL 100	ACT												
			ALARMAS VISIBLES DE GAS TOXICO NIVEL 100	ACT												
			ALARMAS VISIBLES DE GAS TOXICO NIVEL 100	ACT												
			ALARMAS VISIBLES DE FUEGO DE TODA LA PLATAFORMA	ACT												
			ALARMAS VISIBLES DE GAS TOXICO DE TODA LA PLATAFORMA	ACT												
			ALARMAS VISIBLES DE GAS TOXICO DE TODA LA PLATAFORMA	ACT												
			ALARMAS AUDIBLES DE FUEGO DE TODA LA PLATAFORMA	ACT												
			ALARMAS AUDIBLES DE GAS TOXICO DE TODA LA PLATAFORMA	ACT												
			ALARMAS AUDIBLES DE GAS TOXICO DE TODA LA PLATAFORMA	ACT												
			VALVULA DE DILUVIO ZONA 100	ACT												
			SEÑAL HACIA EL SISTEMA DE PARO DE EMERENCIA	IND												
			INDICACION EN IHM	IND												
TAG	ALARMA	DESCRIPCIÓN DE CAUSA	TAG DE SALIDA	ACCIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
F-100A F-100B F-100C	UV	SOLO UV	1													X
	IR	SOLO IR	2													X
	UV/IR	ALARMA POR FUEGO	3	1003				2003			2003			2003		X
GT-100A GT-100B GT-100C	10 PPM	BAJA CONCENTRACIÓN DE GT	4		1003				2003			2003				X
	20 PPM	ALTA CONCENTRACIÓN DE GT	5		1003				2003			2003				X
	50 PPM	MUY ALTA CONCENTRACIÓN DE GT	6		1003				2003			2003			2003	X
GC-100A GC-100B GC-100C	20 % LEL	BAJA CONCENTRACIÓN DE GC	7			1003				2003			2003			X
	40 % LEL	ALTA CONCENTRACIÓN DE GC	8			1003				2003			2003			X
	60 % LEL	MUY ALTA CONCENTRACIÓN DE GC	9			1003				2003			2003		2003	X

Figura 11: Ejemplo de una matriz causa y efecto para un Sistema de Gas y Fuego.

Voto 1003: Significa que solo se necesita una señal alarmada de las tres para considerar la señal activada.

Voto 2003: Significa que con 2 de las 3 señales en alarma, la señal se toma como activada.

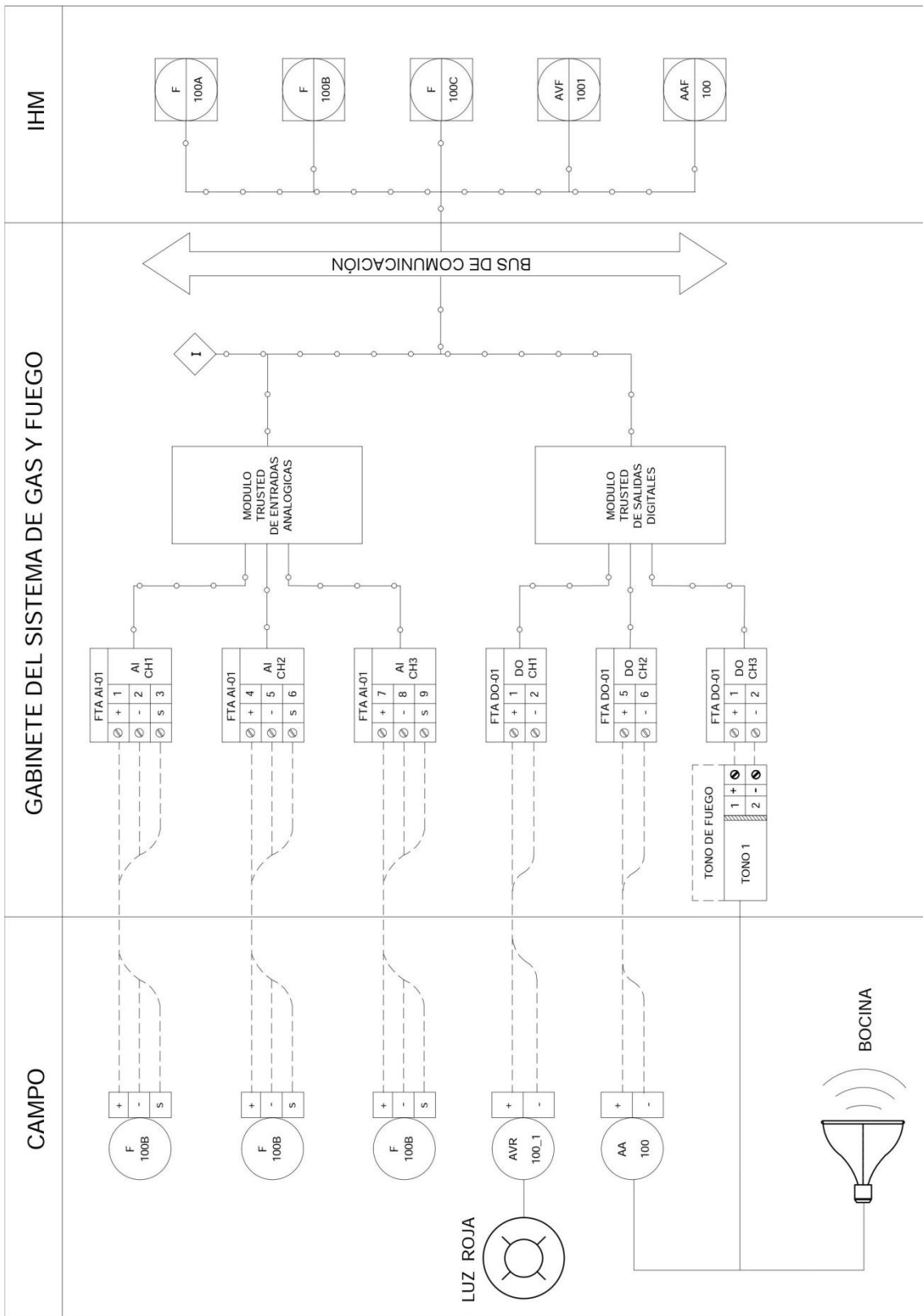


Figura 12: Ejemplo de un diagrama de lazo para las señales de fuego: F-100A, F-100B y F-100C.

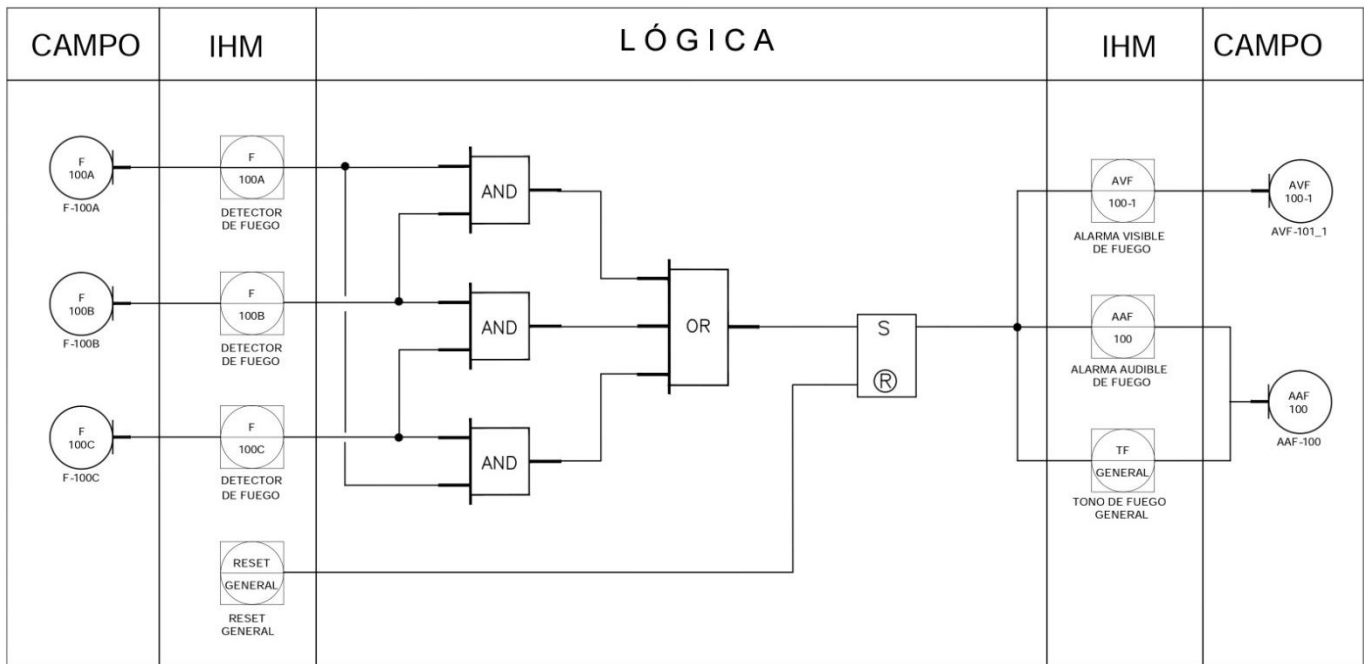


Figura 13: Ejemplo de un lógico de control para las señales de fuego F-100A, F-100B y F-100C.

Otra de mis participaciones en el proyecto es la realizar las pruebas integrales del Sistema de Gas y Fuego (comisionamiento), estas pruebas se hacen con toda la instrumentación instalada en el sistema y con la aplicación corriendo.

Para poder simular las alarmas se requieren lámparas de UV/IR que simulan el fuego, tanques calibrados con gas tóxico y gas combustible para simular las alarmas de gas tóxico y combustible. Mi actividades en las pruebas integrales es la de revisar en conjunto con supervisores de PEMEX, ingenieros especialista del sistema de control e instrumentistas, de que el Sistema de Gas y Fuego trabaje conforme a lo especificado en la matriz causa y efecto y la filosofía de operación, estas pruebas se hacen simulando instrumento por instrumento con las lámparas de UV/IR y tanques de gas.

8. CONCLUSIONES

El diseño de un Sistema de Gas y Fuego proporciona una mayor seguridad a una plataforma petrolera ya que este sistema actuará de forma inmediata para mitigar riesgos y alertar al personal que labora ahí de dichos riesgos.

Este sistema controla las condiciones de riesgo que no son fáciles de mitigar de forma manual por el personal que labora en la plataforma ya que existen altas presiones, altas temperaturas y fugas que no se pueden predecir, agregando además a esto cambios meteorológicos que pueden causar daños al personal o instalaciones.

Por eso la importancia de diseñar Sistemas de Gas y Fuego con base a las normas establecidas en el país. Estas normas son estrictas con respecto a los requerimientos del sistema pero hablando de la vida de personas y cuidado del medio ambiente no deben de haber restricciones para diseñar sistemas para protegerlos.

Un sistema de Gas y Fuego se diferencia de un tradicional PLC principalmente por su diseño tolerante a fallas, su capacidad de reemplazo en caliente de sus módulos, descargas en línea de su aplicación sin necesidad de apagar el sistema, autodiagnósticos en tiempo real y por su programación fácil, ya que estos sistemas deben de estar operando sin interrupción durante todo su tiempo de vida y en caso de que llegara a presentarse una falla en el sistema, sea sencillo poder solucionarla.

Con este trabajo se demuestra mi participación en el diseño de un Sistema de Gas y Fuego aplicando conocimientos que fue adquiriendo durante mis estudios de ingeniería además de aportar mi experiencia para que el Sistema de Gas y Fuego proteja los recursos más valiosos que tenemos, que es, el medio ambiente y las personas.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Comité de normalización de petróleos mexicanos y organismos subsidiarios. NRF-210-PEMEX-2008: Sistemas de gas y fuego, Detección y alarmas. México 2013.
2. Comité de normalización de petróleos mexicanos y organismos subsidiarios. NRF-184-PEMEX-2008: Sistemas de gas y fuego, CEP. México 2013.
3. Dragados offshore. Filosofía de operación del sistema de detección y alarmas seguridad industrial. Revisión no. 1. México 2015
4. Dragados offshore. Especificación técnica del CEP de gas y fuego. Revisión no. 1. México 2015.
5. Dragados offshore. Matriz causa y efecto del sistema de gas y fuego. Revisión no. 1. México 2015.
6. Dragados offshore. Diagramas de lazos del sistema de gas y fuego. Revisión no. 1. México 2015.
7. Dragados offshore. Lógico de control del sistema de gas y fuego. Revisión no. 1. México 2015.
8. Dragados offshore. Arquitectura del sistema de gas y fuego. Revisión no. 1. México 2015.
9. Rockwell Automation. Technical product guide for TMR TRUSTED SYSTEM V3. USA 2007.