



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN**

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**CRITERIOS DE INGENIERÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UN SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO EN LA  
TERMINAL CRIOGÉNICA DE ALMACENAMIENTO Y  
DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. DE PETROLEOS MEXICANOS  
UBICADA EN SALINA CRUZ OAXACA.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A:  
JOSÉ LUIS TORRES SANDOVAL**

**ASESOR: M. EN C. ARQUIMEDES SOLIS TELLEZ**



FES Aragón

**BOSQUES DE ARAGÓN EDO. DE MEX.**

**2005**

m352617



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



## INDICE.

<b>INTRODUCCION.</b>	1
<b>I.- BASES DE DISEÑO.</b>	8
1.1 ANTECEDENTES.	8
1.2. ALCANCE DE LOS TRABAJOS.	9
1.3. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA	11
1.4. CONDICIONES CLIMATOLOGICAS	11
1.5. INSTALACIONES EXISTENTES	13
1.6. BASES DE DISEÑO PROCESO.	15
1.7. BASES DE DISEÑO CONTROL E INSTRUMENTACIÓN	22
1.8. BASE DE DISEÑO SISTEMA DE SEGURIDAD	29
1.9. BASES DE DISEÑO CIVIL-ESTRUCTURAL	32
1.10. BASES DE DISEÑO TUBERIAS	37
1.11. BASES DE DISEÑO MECANICO	39
1.12. BASES DE DISEÑO ELECTRICO	41
1.13. BASES DE DISEÑO RECIPIENTES	43
1.14. BASES DE DISEÑO TELECOMUNICACIONES	44
1.15. BASES DE DISEÑO SISTEMA DE CALIDAD	45
<b>II.- DESCRIPCION DEL PROCESO</b>	46
2.1. RECIBO Y MEDICION	46
2.2. SISTEMA DE LLENADO.	48
2.3. SISTEMA DE REFRIGERACION.	49
2.4. TANQUE DE ALMACENAMIENTO FB-1101	50
2.5. COMPRESORES DE REFRIGERACIÓN Y LLENADO	53
2.6. SISTEMA DE ROMPIMIENTO DE VACIO ( ANTIBUMPING).	54
2.7. SISTEMA DE CARGA A BARCOS	55
2.8. SITEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO	56
2.9. SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO.	58
2.10. SISTEMA DE AIRE DE PLANTA E INSTRUMENTOS	60
2.11. SISTEMA DE NITRÓGENO.	60
2.12. SISTEMA DE DESFOGUES	61
2.13. EMERGENCIAS	61
<b>III.- REQUERIMIENTOS GENERALES DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO</b>	67
3.1. ALCANCE.	67
3.2. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS ESPECIFICOS	69
3.3. HARDWARE.	74
3.4. SISTEMA DE PARO DE EMERGENCIA	78
3.5. GABINETES PARA LOS SISTEMAS DE CONTROL	78
3.6. SOFTWARE	79
3.7. REQUERIMIENTOS PARA LOS SISTEMAS DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN	81



<b>IV. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.</b>	106
4.1. INTRODUCCION	106
4.2. DEFINICION DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.	107
4.3. DISTRIBUCION GEOGRAFICA	108
4.4. BENEFICIOS DEL SISTEMA DE CONTROL GEOGRAFICAMENTE DISTRIBUIDO	108
4.5. DISTRIBUCION FUNCIONAL.	109
4.6. CARACTERISTICAS DEL HARDWARE DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO	110
4.7. DESCRIPCION DE LOS SUBSISTEMAS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO	111
4.8. SISTEMA DE COMUNICACIONES	114
4.9. CARACTERISTICAS DEL SOFTWARE PARA EL SISTEMA DE CONTROL	114
4.10. FUNCIONES DEL SISTEMA	115
4.11. CUARTO DE EQUIPO	117
<b>V. INSTALACION DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.</b>	118
5.1. GENERALIDADES	118
5.2. CRITERIOS Y LINEAMIENTOS PARA LA SELECCIÓN Y ESPECIFICACION DEL SISTEMA	119
5.3. NIVELES DE AUTOMATIZACION	122
5.4. GRUPOS FUNCIONALES QUE INTEGRAN EL SISTEMA	122
5.5. TOPOLOGIA Y PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DEL SISTEMA	125
5.6. FUNCIONES DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO	133
5.7. DESCRIPCION FUNCIONAL DE LA ARQUITECTURA DE LOS GRUPOS FUNCIONALES DEL SISTEMA DE CONTROL PARA LA AUTOMATIZACION DE LA TERMINAL.	135
5.8. ACCIONES DE CONTROL DEL SISTEMA	163
5.9. SEGURIDAD EN EL SOFTWARE DEL SISTEMA	164
5.10. PUBLICACIONES DE REFERENCIA	166
CONCLUSIONES	170
GLOSARIO	172
BIBLIOGRAFIA	180



## INTRODUCCION.

La utilización de los instrumentos se remonta a los albores de la civilización y conforme el hombre se desarrollaba, fue necesario medir ciertos parámetros que se requerían para acotar sus actividades cotidianas, tales como el tiempo, el peso, la temperatura o el caudal. Industrialmente podemos establecer que en los inicios de los años 20, se dio el desarrollo formal de la instrumentación por los requerimientos de los nuevos procesos industriales, tales como la refinación del petróleo, la pasteurización de los lácteos o la generación de electricidad.

Antes de 1920 las mediciones se efectuaban localmente. Los Sistemas de Instrumentación y Control eran dispositivos manuales mecánicos y no existía la transmisión. Todo se realizaba con el operador trabajando junto al proceso. No existían métodos formales ni modelos matemáticos para poder controlar las variables. Predominaban los métodos heurísticos, mediante la prueba y el error o la causa y el efecto. Los únicos modos de control utilizados eran los de lazo abierto y el de dos posiciones.

De 1930 a 1940 continuó la evolución de sistemas más confiables, se construyeron los primeros servomecanismos, se utilizaron los primeros dispositivos neumáticos y se desarrollaron los primeros analizadores. Con respecto a los Sistemas de Control, se desarrollaron los primeros controladores industriales que utilizaban aproximaciones a los algoritmos Proporcional-Integral Derivativos (PID). Así mismo, se desarrollaron los primeros Controladores Lógicos Programables.

En este periodo comenzó la utilización de la transmisión neumática que permitía transmitir a locaciones remotas señales representando variables de los procesos, lo que permitía la instalación de cuartos de control donde se centralizaba la operación de los procesos mediante tableros de control. El operador ya no necesita de trabajar junto a los procesos, reduciéndose los riesgos que esto implicaba.

Entre los años cuarenta y cincuenta, las plantas alcanzaron grandes capacidades de producción, aumentando su tamaño y complejidad. En este periodo se desarrollaron los primeros instrumentos electrónicos, basados principalmente en potenciómetros.

Se construyeron los primeros transmisores y las primeras celdas de presión diferencial.

En este periodo los ingenieros Ziegler y Nichols propusieron las primeras técnicas de entonamiento basados en el método de la "Última Sensibilidad", antes de estos



desarrollos el ajuste y la estabilización de los circuitos de control se efectuaba por métodos heurísticos. Por estos logros se considera a John Ziegler y Nathaniel Nichols como los pioneros del Control Automático.

Al mismo tiempo se dieron los primeros pasos de la Teoría Moderna del Control Automático por parte de Wiener, dentro del marco de la Segunda Guerra Mundial que en sí misma fue un hit en el desarrollo de los Sistemas de Instrumentación y Control para aplicaciones industriales. En esta década surgió la transmisión eléctrica, la que aún no se normaba, existiendo en ese entonces diferentes tipos de modulaciones con diferentes rangos.

En 1945 se fundó la "Instrument Society of América" en la 'Ciudad de Pittsburg, cuya finalidad fue fomentar el desarrollo profesional de los especialistas del ramo, así como normar los distintos aspectos relacionados con las artes y ciencias para la aplicación de los Sistemas de Instrumentación y Control para el beneficio de la humanidad. Actualmente prevalece esta misión, la cual es compartida por la ISA-México.

En la década de los 50 se introdujo la cromatografía de gases y se desarrollaron nuevos principios de medición, tales como los electromagnéticos, los ultrasónicos y el coriolis, aunque este último fue utilizado intensivamente hasta los años 90, cuando la electrónica pudo satisfacer los requerimientos establecidos por este principio.

Con el advenimiento de la era digital, se definieron las bases del Control Supervisado y del Control Digital Directo. A través del Comité SP50 de la ISA se estandarizó la transmisión eléctrica en el rango de 4 a 20 mA, iniciándose con esto la migración de la telemetría neumática a la eléctrica, obteniendo así importantes beneficios en la operación y mantenimiento de los Sistemas de Instrumentación y Control.

En la década de los 60 se desarrollaron nuevos controladores electrónicos analógicos con el concepto "alta densidad", más capaces, nuevos tipos de válvulas de control, mejorándose considerablemente el desempeño de los Circuitos de Control. En este periodo se dio un importante auge a los Cuartos de Control, centralizándose cada vez más operaciones en los Tableros de Control. Se definieron las bases del Control Distribuido y se desarrollaron los primeros PLC's de tipo digital.

También se desarrollaron los primeros Sistemas de Tele-medición, utilizándose en patios de tanques de almacenamiento ubicados en áreas remotas.



De 1970 a 1980 surge un avance tecnológico que revolucionaría muchos campos del quehacer humano y que encontró aplicación inmediata en los Sistemas de Instrumentación y Control Industrial (el Microprocesador).

En 1975 se funda la ISA-México, como la "Sociedad de Instrumentistas de América sección México A.C." con la misma misión y objetivos que la ISA. Actualmente ISA-México está clasificada como la Sección Central México.

Los Microprocesadores se aplicaron en los Sistemas de Control Distribuido a mediados de esta década, aumentándose considerablemente su capacidad, funcionalidad y confiabilidad. Así mismo, se dieron los primeros desarrollos de la instrumentación inteligente. Los Controladores Lógicos Programables (PLC's) se digitalizaron aumentando su capacidad y confiabilidad a precios reducidos.

Las comunicaciones mejoraron considerablemente con la introducción de la fibra óptica, pudiéndose manejar distancias mucho mayores con menores velocidades y pérdidas reducidas en la señal. Esto permitió la aplicación de topologías en los Sistemas de Control para la centralización de operaciones en los años 90.

En la década de los 80 se construyeron instrumentos con mejor exactitud y confiabilidad, a precio reducido, introduciéndose el concepto de instrumentos "desechables", debido a que resultaba más barato comprar nuevos que repararlos.

Esto, aunado a la aparición de garantías de hasta cinco años en algunos instrumentos, tales como celdas de presión diferencial.

En esta década se desarrollaron también las primeras aplicaciones del control avanzado. Esto es, por primera vez se aplicaron exitosamente algunos de los conceptos establecidos en la Teoría Moderna del Control Automático a los procesos industriales, reflejándose su efecto como un aumento en la estabilidad, control, productividad y eficiencia de estos procesos.

En este periodo las estrategias de control se aplicaban a través de Mini-computadoras interconectadas a los Sistemas de Control Distribuido, lo que en esa época no resultaba una tarea fácil y aunado al alto costo de aplicación de los esquemas de control avanzado, se requería un cambio en la culturización de los directivos y del personal de operación, para que éstos pudieran aceptar los altos costos y dificultades implicados en su aplicación, justificándose mediante los beneficios obtenidos.

En la telemetría, los avances se orientaron hacia las comunicaciones digitales, definiéndose los primeros protocolos de las comunicaciones digitales, al mismo tiempo que se hacía más la utilización de redes.



En la década de los años 90, se ha observado principalmente la continuación de las tendencias iniciadas en las décadas anteriores.

Así por ejemplo, la instrumentación es cada vez más precisa y confiable, con funcionalidad multivariable, con precios reducidos. Se aplican extensivamente nuevos principios de medición y se desarrollan analizadores cada vez más confiables capaces de medir en línea componentes que antes era imposible.

Se inicia la aplicación de nuevos esquemas de control avanzado, tales como las estrategias multivariables las estrategias de inteligencia artificial, las redes neurales y los agentes múltiples adaptivos. Por otro lado se aplican con mayor frecuencia esquemas superiores de control tales como el Control de Optimización, el Control Gerencial, lo que permite obtener mayor productividad y beneficios financieros de los procesos mediante la utilización de herramientas tales como los simuladores en línea para optimización y capacitación, así como la integración de los Sistemas de Control en Redes Gerenciales para el manejo integral de la información y la aplicación de bases de datos financieros tales como el SAP.

De esta misma forma, se desarrollan paquetes para permitir un programa sistematizado para el mantenimiento de las instalaciones industriales y los Sistemas de Instrumentación y Control, basados en la información recopilada por los Sistemas de Control Digital, utilizando bases de datos relaciones y algoritmos predictivos.

Los Sistemas de Control Digital (SCD's, PLC's, SCADA's, RTU's, etc) se benefician por el aumento en la capacidad de procesamiento de los nuevos microprocesadores, por el aumento en la capacidad de los dispositivos de memoria, por el desarrollo de periféricos mejorados, por la aplicación de Sistemas Operativos y paquetes de programación más confiables y funcionales, así como por la introducción de protocolos uniformizados, lo que permite el desarrollo de los conceptos de la inter conectividad y la interoperabilidad entre los Sistemas de Instrumentación y Control Industrial.

El renacimiento del protocolo TCP/IP, en la forma del Internet, permite la comunicación oportuna y confiable entre Sistemas de Control Digital y sus entidades supervisoras, facilitándose las actividades de recopilación de información para efectos de reportes y balances, así como para labores de mantenimiento preventivo y correctivo de estos sistemas de control.

Uno de los avances que más ha de impactar al desarrollo y aplicación de los Sistemas de Instrumentación y Control en esta década, es la aparición de los canales de campo para la inter conectividad de la instrumentación de campo (Fieldbus) cambiando drásticamente los esquemas de instalación de la



instrumentación, de la arquitectura de los Sistemas de Control Digital y los esquemas de aplicación de las estrategias de control.

La normalización de los canales de campo no ha sido una tarea sencilla, debido al gran número de intereses creados en este campo.

Sin embargo la ISA reactivó el Comité SP50 para propiciar la conciliación y mejoramiento del canal de campo normalizado, el cual es conocido como el "Foundation Fieldbus" el cual es promovido y avalado por la organización "Fieldbus Foundation", resultante de la fusión del WorldFip Norteamérica y el ISP (Interoperable System Proyeject,) ambos organismos con una extensa actividad desarrollada para la normalización de canales de campo.

Durante la década de los 90, se ha dado mayor importancia a los Sistemas Instrumentados de Seguridad (SIS), para la protección de las instalaciones industriales y de su personal, desarrollándose normas cada vez más estrictas por las presiones ejercidas por la opinión pública y por las compañías aseguradoras. Así mismo se han desarrollado Sistemas de Instrumentación y estrategias de control que permitan cumplir con las cada vez más astringentes normas ambientales.

De esta breve reseña histórica podemos observar que la evolución de los Sistemas de Instrumentación y Control para aplicaciones Industriales, ha estado acorde con la evolución de la tecnología y con los nuevos requerimientos establecidos por las industrias, todo esto dentro de los marcos legales y ambientales prevalecientes.

Actualmente la modernización de la industria y el desarrollo de la tecnología, han llegado a crear en nuestra sociedad una demanda en forma creciente que exige mayor cantidad, calidad, estabilidad y seguridad tanto para los bienes como para el servicio que requiere PEMEX.

La modernización, es un proceso que se esta implementando en varias etapas conforme a la planeación de la industria, mejorando los recursos de producción e integrando los sistemas de control digital, control distribuido, control avanzado y sistema de control superviso rió y adquisición de datos. Para lograr la satisfacción de estas necesidades, se requiere a su vez de técnicas, instrumentación inteligente y procesos cuya sofisticación y costos se incrementan continuamente.

Hay que tener en cuenta que los sistemas de control, ya sea de cualquier tipo (neumáticos, mecánicos, eléctricos), necesitan de una instrumentación adecuada para mantener el proceso en un punto óptimo.



Es necesario comprender bien como funcionan los diferentes dispositivos de medición para así poder definir bien que tipo de control necesitamos, esto aunado a las condiciones mismas que el proceso ejerce sobre los diferentes modos de instrumentar.

La implementación de los sistemas de medición, control, monitoreo y regulación de los fluidos en las instalaciones, estaciones de bombeo o complejos petroquímicos hacen posible el manejo de los destilados y derivados del petróleo, ya sean estos crudo, gas natural o gasolinas. Logrando así una mayor exactitud y precisión en la medición de volumen que consume el cliente.

Además se cuenta con un control de calidad, conforme a las políticas que llevan a ejecutar de manera coordinada, los trabajos para la modernización de los sistemas de control digital de la industria petrolera, así como el mantenimiento para conservar las estaciones en condiciones optimas de operación.

Sin embargo, será necesario incorporar recursos electrónicos para la automatización de las operaciones entre las estaciones de trabajo, cumpliendo con los requerimientos de calidad, exactitud y bajo costo, estandarizando la instrumentación y los medios de comunicación, implementando recursos de sistemas digitales de control, cuya tecnología permita mantener informada a la alta dirección, teniendo un seguimiento y supervisión de operaciones para la toma de decisiones, optimizando los recursos y el servicio con oportunidad y calidad para lograr una mayor productividad.

Finalmente se observa que la única alternativa es utilizar la instrumentación electrónica digital e inteligente a través de microprocesadores y computadores, tanto para el control como para el manejo de la información obtenida del proceso logrando grandes beneficios en control del proceso, mayor duración de equipo, mejor confiabilidad, seguridad y abatimiento de precios.

Asimismo para cumplir con el objetivo de este trabajo de tesis se analizará la diferente instrumentación, y se explicaran las partes de los sistemas de control así como sus características funcionales.

Principalmente el trabajo que aquí se presenta es con la finalidad de que se entienda como es que funciona un sistema de control, explicando algunos criterios de selección, para su perfecta aplicación, pero consideremos que estos temas son muy amplios aun y para fines más detallados se requiere un estudio selectivo.

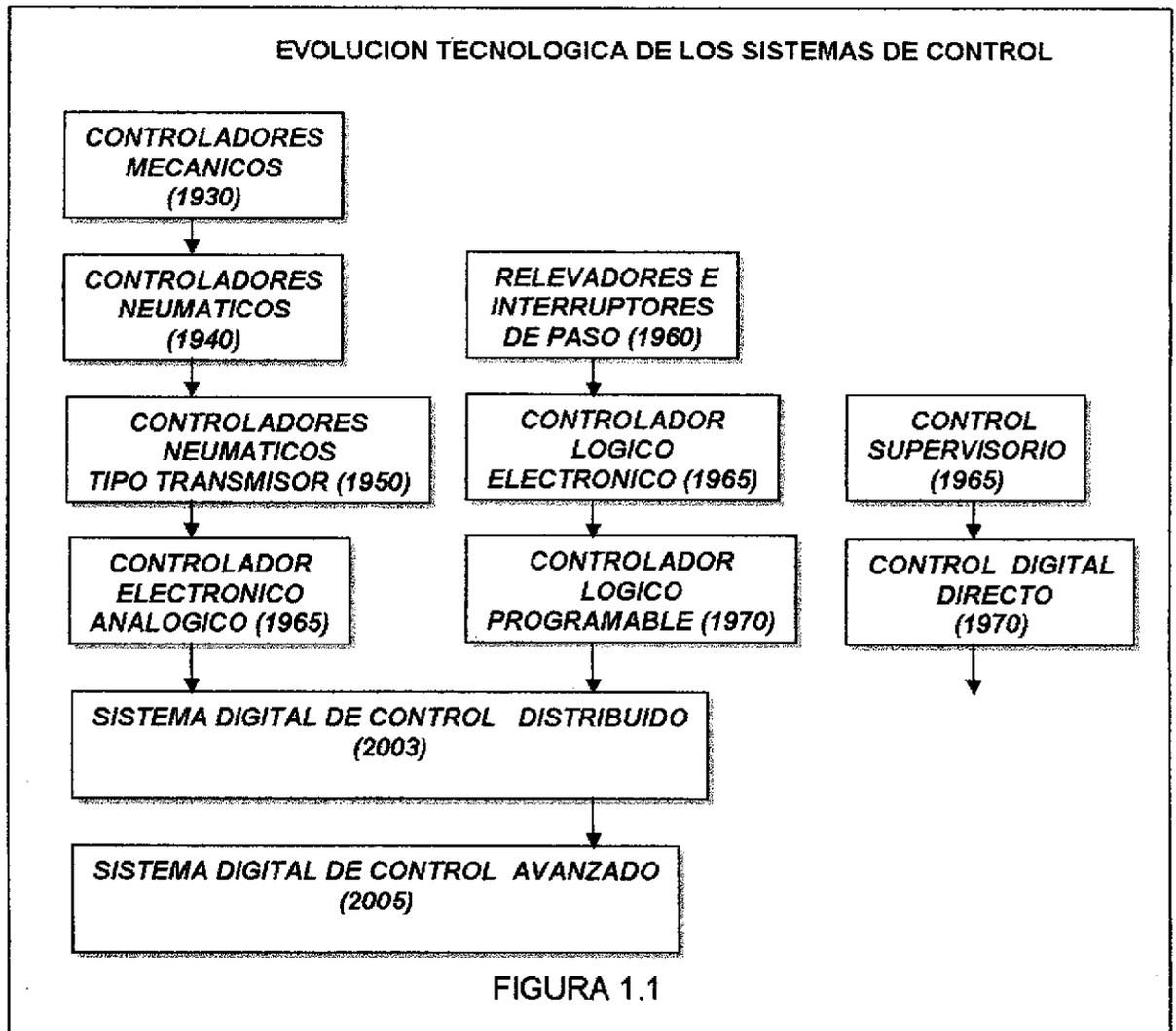


FIGURA 1.1



## I. BASES DE DISEÑO.

En esta capítulo, se hace una descripción detallada de las diferentes áreas operativas que componen la terminal criogénica de almacenamiento y distribución de gas L.P., así como las propiedades generales de los equipos e instalaciones, y las especificaciones y condiciones de operación del gas L.P. manejado, e incluye los requerimientos generales para el diseño del sistema de control de la terminal de gas , así como los criterios y especificaciones de todos los instrumentos y dispositivos de protección para cumplir con una filosofía operacional eficiente, estable y segura.

### 1.1. ANTECEDENTES

Dentro de la terminal refrigerada de Salina Cruz, Oax, perteneciente a PEMEX Gas y Petroquímica Básica, cuenta con instalaciones criogénicas para el manejo, almacenamiento y entrega de amoniaco y gas licuado. Está comprendida en 3 terminales:

- Terminal de Amoniaco BICA para 40,000 TM
- Terminal de Amoniaco LUMMUS para 20,000 TM
- Terminal de Gas Licuado BICYQ para 20,000 TM

La terminal Lummus a la cual enfocamos nuestro interés de este trabajo de tesis fue originalmente diseñada por Lummus Co. Ltd., para operar con amoniaco y para trabajar con agua de mar como medio de enfriamiento, la cual causo problemas graves de corrosión quedando fuera de operación al entrar la planta BICA. La planta entró entonces en una etapa de abandono, programando posteriormente una conversión de la Terminal para manejo de propano y después para el manejo de gas licuado (LPG) sin llegar a operar con dicho producto. Posteriormente se decide hacer la reconversión de la terminal para almacenamiento de amoniaco, pero debido a problemas se decide nuevamente sacar de operación la terminal.

En base a datos estadísticos, se obtuvo que la logística de amoniaco cumple satisfactoriamente con la Terminal BICA, por lo que se decidió convertir la Terminal de Amoniaco LUMMUS a Manejo de Gas Licuado, recibiendo el nombre de Terminal Criogénica de Almacenamiento y Distribución de gas L.P., implementando un sistema de control distribuido para adecuar y automatizar las áreas operativas, con el objeto de contar con una instalación lo más segura y eficiente posible, para tal efecto se utilizarán hasta donde sea posible la instrumentación y equipos con que actualmente cuentan las instalaciones de la terminal, incorporando instrumentación con tecnología de vanguardia que permita las mejores y más seguras condiciones de operación.



Refiriéndonos al sistema para el manejo de gas licuado que es el producto que nos ocupa, éste fue diseñado para manejar propano a  $-46\text{ }^{\circ}\text{C}$ , el cual se almacena en un tanque criogénico con capacidad de 20,000 toneladas, así mismo se tiene un sistema de condensación de vapores y un sistema para calentamiento de L.P.G. que se envía para carga de barcos.

Este proyecto cubrirá las expectativas de PEMEX Gas y Petroquímica Básica de incrementar el manejo de Gas Licuado en la Terminal Refrigerada Salina Cruz, para cumplir con los compromisos de entrega a barcos de cabotaje y exportación a través de la Costa del Pacífico

## 1.2 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

A partir de la Ingeniería Básica, se desarrollara la Ingeniería de Detalle, así como el diseño, especificación y requisición de equipo necesarios para adecuar las instalaciones existentes de la Terminal Refrigerada de Almacenamiento y entrega a barcos de LPG en Salina Cruz, Oax., de forma que se garantice la seguridad y óptimo rendimiento de las instalaciones.

La Firma de Ingeniería deberá presentar un diseño de acuerdo a la Ingeniería Básica del Sistema Digital de Control que cuente con el Hardware y Software y los puertos de comunicación necesarios para controlar el sistema de almacenamiento de LPG, así como el monitoreo del sistema en un ambiente de comunicación aplicados a sistemas abiertos.

Para esta adecuación se deberá incluir en la ingeniería de detalle y en la elaboración del paquete de concurso para la Construcción y Automatización lo siguiente:

- 1) La construcción de obras y trabajos civiles como edificaciones y nuevo acceso a la Terminal de gas, cuarto de control, caseta de vigilancia y cobertizos.
- 2) Inspección, pruebas y rehabilitación de equipo estático y dinámico (excepto al tanque de almacenamiento) para una adecuada operación de la terminal.
- 3) Desmantelamiento de equipo estático y dinámico inadecuado para la operación de la terminal.
- 4) Adquisición, instalación y calibración de equipo nuevo e interconexión con las líneas de proceso.
- 5) Desmantelamiento de las líneas de tubería que, como resultado de la conversión de la terminal, no se utilicen.



- 6) Aprovechamiento y rehabilitación de circuitos de tuberías existentes, así como de tuberías desmanteladas que se encuentren en buenas condiciones para ser utilizadas.
- 7) Adquisición y sustitución de equipo de servicios para la correcta operación de la terminal.
- 8) Desmantelamiento de toda la instrumentación y válvulas de control existentes en todas las áreas de la Terminal y verificar si algunas de ellas se encuentran en buenas condiciones para ser reutilizadas.
- 9) Considerar la adquisición, instalación, calibración y pruebas de toda la instrumentación nueva de indicación local, control manual y válvulas controladoras de presión requeridas para la operación de la Terminal.
- 10) Construcción de la ruta de canalización para la integración de señales al Sistema Digital de Control.
- 11) Monitoreo y control de flujo, nivel, presión, temperatura, densidad, etc., de todas las áreas de la Terminal considerando redundancia en la señalización y en el monitoreo y control.
- 12) Rehabilitación y pruebas de equipos y modificación del sistema de protección contra incendio existente.
- 13) Diseño e instalación de sistemas de detección de mezclas explosivas y fuego en el cual se incluya un sistema de alarmas.
- 14) Distribución de equipo de extinción portátil a base de polvo químico seco y bióxido de carbono
- 15) Integración de la red telefónica resultante de la adecuación a la red general de telefonía existente.
- 16) Sustitución y complemento del sistema de radio comunicación VHF-FM/marino, así como del sistema de radio comunicación UHF.
- 17) Diseño e instalación de un sistema de transmisión de datos y su integración a la red de comunicación de PEMEX.
- 18) El diseño deberá realizarse de acuerdo a las normas solicitadas por las autoridades federales, estatales y municipales para manejo de LPG. Adicionalmente para la construcción de patines de medición y adquisición de equipo se deben aplicar las normas correspondientes en su última edición.



19) Para el diseño de las instalaciones se debe considerar para el futuro el manejo de propano puro.

### 1.3 LOCALIZACION GEOGRAFICA

La Terminal criogénica de almacenamiento y distribución de gas L.P., ubicada en terreno propiedad de PEMEX, se encuentra localizada en el Estado de Oaxaca municipio de Salina cruz, a una altura sobre el nivel del mar de A.S.N.M. (5.7 mts.), de acuerdo a las siguientes coordenadas (E- 776, E-1022.5; N-2666.00 y N-2954.00) referidas al sistema de la refinería Antonio Dovalí Jaime.

### 1.4 CONDICIONES CLIMATOLOGICAS

#### Temperatura

Máxima extrema	40.2 °C
Mínima extrema	14 °C
Máximo promedio anual	38 °C
Mínima promedio anual	17 °C
Promedio anual	27.57°C
Promedio del mes más caliente	39.5 °C
Promedio del mes más frío	16.4 °C
De bulbo seco máxima anual	36 °C
De bulbo húmedo	24°C

#### Presión Atmosférica

Presión barométrica media anual	757.5 mmHg
Presión barométrica máxima de diseño	760 mmHg
Presión barométrica mínima de diseño	755 mmHg
Presión barométrica máxima anual	760 mmHg

#### Humedad relativa

Máxima anual	96.6 %
Mínima anual	51 %
Media anual	67.6 %
Promedio mensual máximo	72.13 %
Promedio mensual mínimo	61.8 %
Promedio mensual	66.97 %



### Precipitación pluvial

En días por año	27
Meses de máxima	6
Máxima en 24 horas	348.4 mm
Mínima en 24 horas	1.2 mm
Máxima por hora	90 mm
Total anual	1076 mm
Intensidad para cálculo	250 mm/24 horas; 90 mm/hr

### Vientos

Velocidad máxima registrada	240 km/hr	NNE-SSW
Velocidad media del viento	102.7 km/hr	N-S
Vientos reinantes (velocidad y dirección)	50 km/hr	N-S y S-N
Vientos dominantes (velocidad y dirección)	180 km/hr	NO-SE y S-N
Velocidad de diseño (a una altura de 10 m)	200 km/hr	NO-SE y S-N
Intensidad instantánea	240 km/hr	NNE-SSW

### Datos del lugar

Zona sísmica	D
Granizo, nieve, escarcha, etc	NO
Nivel freático	1.0 m
Tipo de ambiente en el lugar	Tropical con brisa marina

Acorde al manual de diseño de obras civiles de C.F.E.

### Gradiente máximo diario

De bulbo seco en verano	2.8 °C
De bulbo seco en invierno	4.2 °C
De bulbo húmedo en verano	5.0 °C
De bulbo húmedo en invierno	5.6 °C
De bulbo húmedo de diseño	6.0 °C
De bulbo seco promedio anual	3.5 °C
De bulbo húmedo promedio anual	6.7 °C



## 1.5 INSTALACIONES EXISTENTES

La terminal criogénica de almacenamiento y distribución de LPG , cuenta con las instalaciones y equipos siguientes, en las diferentes áreas operativas.

### a) Recibo

1 Patín de Medición

### b) Sistema de Llenado

- 3 Compresores Reciprocantes, GB-1101 A/B/C.
- 3 Condensadores, EA-4402 A/B/C
- 1 Tanque de Succión, FA-1105
- 1 Tanque Acumulador Interpasos, FA-1101
- 1 Tanque Acumulador Final, FA-1103
- 1 Tanque Atemperador, TA-400
- 1 Tanque Separador de Aceite, TH-1114

### c) Sistema de Refrigeración

- 2 Compresores Reciprocantes, GB-1102/S
- 2 Condensadores, EA-4401 A/B
- 1 Tanque Interpasos, HA-1101
- 1 Tanque Acumulador Final, FA-1102
- 1 Tanque Atemperador, TA-401
- 1 Tanque separador de aceite, TH-1115

### d) Sistema de Almacenamiento

1 Tanque de Almacenamiento Criogénico, FB-1101

### e) Sistema de Bombeo

- 4 Bombas de Carga a Barcos, GA-1101 A/B/C/D
- 2 Bombas de Recirculación, GA-1103/S

### f) Envío

1 Patín de Envío



**g) Sistema de enfriamiento**

- 1 Torre de Enfriamiento de 2 Celdas, EF-1101
- 4 Bombas de Suministro de Agua de Enfriamiento, GA-1102 A/B/C/D
- 1 Tanque de Almacenamiento de Ácido Sulfúrico, FA-1118
- 1 Tanque de Fosfatos, FA-119
- 2 Tanques de Gas Cloro, TK-1/2
- 1 Clorador, WC-1100

**h) Sistema de Aire de Plantas e Instrumentos**

- 2 Compresores de Aire de Instrumentos, GB-1103X/S
- 1 Compresor de Aire de Plantas, GB-1101
- 2 Postenfriadores de Compresores de aire de Instrumentos, EA-1103 X/S
- 1 Postenfriador de compresor de aire de planta, EA-1121 X
- 2 Filtros de Compresores de Aire de Instrumentos, FA-1118X/SX
- 1 Tanque Acumulador de Aire de Instrumentos, FA-1106
- 1 Tanque Acumulador de Aire de Planta, FA-1128 X
- 1 Secador de Aire de Instrumentos, DD-1100

**i) Sistema de Desfogue**

- 2 Domos de Venteo, TH-206/207
- 2 Tanques Acumuladores de Agua, TH-208-A/B

**j) Sistema Contra Incendio**

- 8 Extintores Portátiles
- 2 Hidrantes, Hidrantes Monitores
- 2 Sistemas de Aspersión

**k) Sistema Eléctrico**

- 1 Subestación
- 5 Transformadores de Potencia, TR-711-A/B/A1/B1/C1
- 1 CCM
- 2 Interruptores de Potencia, IP-711 A/B

**l) Edificios**

- 1 Cuarto de Control de Instrumentos
- 1 Caseta de Vigilancia
- 1 Casa de Cambio, cuarto de informática, almacén.



## 1.6 BASES DE DISEÑO PROCESO

### FUNCIÓN Y FLEXIBILIDAD DE LA TERMINAL

#### Función de la terminal.

Se deberán realizar las obras necesarias y modificaciones al diseño actual para que la terminal de amoniaco LUMMUS opere con Gas Licuado de manera segura y eficiente.

La futura terminal LPG II (LUMMUS) recibirá el Gas Licuado del ducto de 12" que proviene de la Refinería de Salina Cruz. Y de Jaltipán Ver., el mismo que actualmente suministra a la Terminal de Gas Licuado I.

El Gas Licuado se recibirá por medio de un patín de medición y regulación, y se almacenará en un tanque criogénico para posteriormente ser enviado a barcos a través de lo muelles # 7 y 9.

#### Flexibilidad de la terminal.

La planta debe contar con instrucciones operativas para simulacros operacionales por paros de emergencia.

La planta deberá tener la flexibilidad de recibir y enviar a barcos, así mismo deberá estar comunicada con la planta BICYQ para las operaciones de trasiego, manejo de vapores en caso de paro total y de suministro de nitrógeno y aire de instrumentos.

Se podrá almacenar gas licuado (LPG) en sus diferentes composiciones comerciales así como gas compuesto principalmente por propano.

### CAPACIDAD, SUMINISTRO Y ENVÍO

#### Capacidad de recibo.

La Terminal esta diseñada para manejar una capacidad de recibo normal de 15,000 BPD (1,300 TM/D) y un máximo de 20,000 BPD (1,700 TM/D).

La medición deberá ser a través de un patín, con un tren de regulación y medición principal y otro auxiliar para mantenimiento o falla del primero, teniendo como elementos de flujo medidores del tipo másico.



### Capacidad de almacenamiento.

La capacidad de almacenamiento en el FB-1101 será:

Normal : 12000 TM (a 15 m)

Máximo : 14000 TM (a 17 m)

Mínimo : 850 TM (a 1 M)

### Capacidad de envío.

Se tendrá una capacidad normal de envío a barcos de 180,730 BPD (12,000 TM/D). La medición se efectuará a través de un patín, con dos trenes de medición (uno normal y otro de relevo) con elementos de flujo del tipo másico.

El envío de gas será a buque-tanque así que el servicio de carga será intermitente.

### Suministro.

El abastecimiento de gas licuado a la Terminal se efectuará desde el LPG-Ducto de 12" de Jaltipán-Salina Cruz y de la refinería "Antonio Dovalí Jaime" de Salina Cruz Oax. El ducto de Jaltipán, Ver., actualmente suministra LPG a la Terminal de Gas Licuado I (BICYQ).

El suministro a la terminal se realizará en forma continua durante las 24 hrs del día dividido en tres turnos de 8 hrs. cada uno.

## CONDICIONES DE OPERACION

### Recibo.

El gas licuado se recibirá del LPG-Ducto a una presión normal de operación de 21 Kg/cm<sup>2</sup> y 30°C, teniendo como presión máxima de operación 25 Kg/cm<sup>2</sup> y 35°C,

### Almacenamiento.

Se almacenará a una presión normal de operación de 0.022 Kg/cm<sup>2</sup> y -33.6°C, teniendo como presión máxima de operación 0.025 Kg/cm<sup>2</sup> y -44°C,

### Envío

Se enviará a barcos a 5.0 Kg/cm<sup>2</sup> y -33.6°C a través de los muelles No. 7 y 9. Las propiedades físicas del gas LP a manejar son:

Gravedad específica: 0.515  
Viscosidad: 0.1131 cp



## ESPECIFICACIONES DEL L.P.G.

### Recibo de gas a las instalaciones.

El gas licuado que se recibe de Jaltipán Ver, y de la refinería de Salina Cruz, Oax, a través del LPG-Ducto de 12 ".

El recibo de gas será medido a través de un tren de medición, el cual quedara instrumentado de tal manera que permita en todo momento conocer las variables operativas siguientes:

- Flujo.
- Densidad.
- Temperatura
- Presión

El monitoreo de las variables mencionadas determinaran la cantidad de gas recibido para realizar de forma automática la cuantificación del producto.

La cantidad de gas recibido por las líneas será cuantificado por el sistema de medición que permita una precisión de hasta  $\pm 0.10\%$  como referencia y generar gráficas diarias, además de contar con un integrador totalizador que podrá conectarse al centro de computo.

La medición deberá cumplir con lo especificado en las normas correspondientes (Nacionales e Internacionales) a fin de que sea avalado para transacciones comerciales.

El gas recibido presenta la siguiente composición.

Componente	% Mol
Metano	0.13
Etano	1.00
Propano	57.00
n-Butano	30.67
i-Butano	11.00
n-Pentano	0.10
i-Pentano	0.10

Las condiciones del gas al recibirlo son:

Variable	Máx.	Norm.	Mín.
Flujo, TM/D (BPD)	1,700 (20,000)	1,300 (15,000)	600 (7,000)
Presión Kg/cm <sup>2</sup> (PSIA)	40 (569)	21 (300)	18 (256)
Temperatura °C, (°F)	38 (100.4)	30 (86)	25 (77)



### Almacenamiento del gas L.P.G

El gas recibido en la terminal es almacenado en el tanque criogénico, contándose con la instalación necesaria para que el producto sea enviado directamente a barcos.

El tanque está provisto de instrumentos para la medición de presión y temperatura, sin embargo, deberá evaluarse su confiabilidad operacional y de ser necesario, cambiarlos. Se cuenta con medición de nivel a base de celdas de presión diferencial, dada la importancia que tiene el control de esta variable, es necesario instalar un nuevo medidor de nivel que sea confiable y preciso.

Es conveniente también contar con la instrumentación necesaria, a fin de determinar la densidad del producto, por lo que el tanque debe instrumentarse de tal manera que se pueda conocer en todo momento las variables operativas siguientes:

- Nivel
- Presión
- Temperatura
- Volumen almacenado
- Densidad del producto

El LPG será almacenado en forma líquida en el Tanque de Almacenamiento existente, FB-1101 y tendrá la siguiente composición.

<b>Componente</b>	<b>% Mol</b>
Metano	0.00
Etano	0.36
Propano	55.14
n-Butano	32.65
i-Butano	11.63
n-Pentano	0.11
i-Pentano	0.11
Aceite	≤ 2 ppm

### Envío de producto a Barcos

El envío de gas a barcos será medido a través de un tren de medición, el cual quedara instrumentado de tal manera que permita en todo momento conocer las variables operativas siguientes:

- Flujo.
- Densidad.
- Temperatura
- Presión
- Volumen



La carga a barcos y el retorno de vapores deberá efectuarse a través de garzas para L.P.G. en algunas situaciones.

Las condiciones del envío de gas serán:

Variable	Norm.	Máx.
Flujo TM/D (BPD)	10,667 (114,000)	16,500 (177,500)
Presión Kg/cm <sup>2</sup> (PSIA)	5 (71)	9 (128)
Temperatura °C (°F)	-31.5 (-24.7)	- 28 (-18.4)

### Sistema de Llenado y Refrigeración

Los sistemas de llenado y refrigeración cuentan con dos tanques de atemperación, TA-400 y TA-401. Para la operación con LPG no se requieren éstos tanques así que se deberá considerar el desmantelamiento total de dichos tanques atemperadores (ver plano E-001-A), incluyendo todas las líneas y accesorios interconectadas con ellos.

Deberán reconectarse las líneas resultantes del desmantelamiento de los tanques de atemperación para integrar el sistema de llenado y refrigeración al proceso, de modo que se garantice una operación segura y eficiente.

Deberán recalcularse, para el manejo de LPG, los tanques acumuladores Inter pasos (FA-1101), Inter etapas (HA-1101), acumulador final del sistema de llenado (FA-1103) y acumulador final del sistema de refrigeración (FA-1102), esto es, capacidad, tiempo de residencia, pérdidas de calor, flujo a desfogar en presencia de fuego, etc.

Los tanques acumuladores finales (FA-1102 y FA-1103) deberán comunicarse mediante una línea que permita restablecer la presión en el FA-1103. Esto en caso que el recibo se suspenda y solo este trabajando el sistema de refrigeración.

Se deberán recalcular las cargas térmicas de los condensadores de los sistemas de llenado, EA-4402 A/B/C, y de refrigeración, EA-4401 A/B verificando que cumplan con los requerimientos establecidos en el dibujo A-300 (Diagrama de Flujo de Proceso), en caso contrario se deberán proponer alternativas de solución.

Se deberá recalcular la capacidad del serpentín interno del tanque de succión, FA-1105, para verificar que trabaje sin problemas de operación para el manejo de LPG.

PGPB proporcionará los compresores de llenado (GB-1201 A/B) y de refrigeración (GB-1202 A/B) por lo tanto La Firma de Ingeniería deberá incluir en la ingeniería



de detalle la integración de éstos a cada uno de los sistemas (llenado y refrigeración) y a los servicios auxiliares (aire de instrumentos y planta, agua de enfriamiento, desfogues) de forma que se garantice una operación segura y confiable.

### **Almacenamiento y Bombeo**

El producto del LPG-Ducto se enviará directamente a almacenamiento donde mediante bombeo se enviará a buque-tanque.

Se cuenta con un tanque 20,000 TM (200,000 Bls) de doble pared, para el almacenamiento de LPG a 9 inH<sub>2</sub>O y -31.5 °C. La capacidad con que cuenta el tanque es:

Nivel máximo de operación @ 17 m = 14,075 TM  
Nivel normal de operación @ 15 m = 12,000 TM  
Nivel mínimo de operación @ 1 m = 852 TM

Se deberá instalar la instrumentación básica requerida para medir el nivel y la temperatura en el interior del tanque así como dispositivos de seguridad para protegerlo por alta presión y vacío.

En los cabezales de succión de las bombas se deberán incluir válvulas motorizadas contando con cierres programados para casos de emergencia.

Se deberá integrar un sistema rompedor de vacío mediante bombas rompedoras de vacío (existentes) y un calentador a base de resistencias eléctricas (proporcionado por PGPB). Este será un sistema de recirculación de gas de tal forma que el LPG sea succionado desde el tanque de almacenamiento y enviado al calentador donde se vaporizará y, en esta forma, regresarlo nuevamente al tanque.

### **Servicios auxiliares.**

Los servicios requeridos en la terminal son los siguientes:

- Agua de Enfriamiento y Servicios
- Aire de Instrumentos y Planta
- Sistema de Nitrógeno
- Sistema de Desfogue
- Energía Eléctrica



### **Agua de Servicios.**

El agua de servicios será abastecida del sistema existente, localizado en el área de PEMEX Gas y Petroquímica Básica mediante un ramal de distribución así que se deberá considerar las interconexiones necesarias para una operación eficiente y segura.

### **Agua de Enfriamiento.**

Para éste servicio se requiere la sustitución de la torre de madera existente por una de concreto de tiro inducido a contra flujo.

El diseño deberá ser tal que la torre sea capaz de cubrir la demanda total de la terminal, dando además un sobre diseño de seguridad. Esta torre deberá contar con dos celdas de igual capacidad con paredes y particiones internas comunes, una en operación normal y la otra de relevo.

Las cuatro bombas actuales deberán sustituirse por dos bombas (una en operación normal y otra de relevo) las cuales deberán ser capaces de manejar el flujo esperado. Las bombas se seleccionarán en base al NPSH tomando en cuenta que el NPSH especificado deberá ser de 5 a 10 ft arriba del requerido.

Se requiere integrar un sistema de control para el tratamiento de agua que sea independiente del Sistema Digital de Control en base a lo siguiente:

- Se cuenta con un tratamiento por crecimiento biológico a base de Cloro y un tratamiento por incrustación a base de  $H_2SO_4$ .
- Se requiere un control por corrosión a base de algún inhibidor y un sistema de filtración para lodos que reduzcan las purgas continuas y consumo de químicos.

### **Desfogues.**

La Firma de Ingeniería que desarrolle la ingeniería de detalle deberá realizar un estudio que muestre o no la factibilidad de integrar los cabezales de desfogue de alta y baja presión en un solo cabezal común.

Se requiere de un tanque separador de líquidos que reciba todo el gas desfogado de la terminal e interconectar éste con el cabezal existente que va hacia el quemador de fosa. Además se requiere la medición de flujo del gas desfogado.



Debido a la reubicación de equipo y a la adquisición de equipo nuevo se deberá realizar la integración de todos estos desfogues con los cabezales de la Terminal existentes.

También se deberán integrar los desfogues de los compresores (suministrados por PGPB). En éstos existirán dos clases:

- 1) Desfogue aceite-gas. Deberá considerarse un separador bifásico gas-aceite. El aceite será recuperado y el gas deberá integrarse al cabezal existente.
- 2) Desfogue de gas. Es el gas desfogado por las válvulas de seguridad y se integrara al cabezal existente.

#### **Aire de Instrumentos y Planta.**

Se requiere la sustitución de los compresores actuales por otros del tipo tornillo. Los tanques acumuladores y el secador de aire de instrumentos seguirán utilizándose así que tendrán que ser rehabilitados.

Deberá considerarse la interconexión entre las tres terminales, formando una red de aire de instrumentos y planta entre ellas.

#### **Sistema de Nitrógeno.**

El nitrógeno se requiere para inertizar los equipos y para romper el vacío en el tanque de almacenamiento.

El nitrógeno será suministrado por la Terminal LPG I así que se deberá considerar la interconexión entre ésta con la Terminal LPG, manteniendo siempre empacada la línea.

### **1.7 BASES DE DISEÑO CONTROL E INSTRUMENTACION.**

Este documento define los sistemas de medición y control mínimos con que contará cada una de las áreas de la terminal. También se define los criterios que deberá tomar en cuenta la Firma de Ingeniería que desarrolle la ingeniería de detalle en lo que se refiere a instrumentación para un óptimo manejo y control de parámetros de operación para que esta sea segura y eficiente.

La instrumentación del la Terminal de Gas Licuado deberá cumplir con las características técnicas requeridas así como con la filosofía del Sistema Digital de Control.



La Firma de Ingeniería será la responsable de presentar la documentación con la instrumentación y controles necesarios para garantizar una operación segura y eficiente del proceso.

Toda la simbología y nomenclatura que se use deberá estar apegada a los estándares de la ISA.

Cualquier omisión en estas bases no libera a La Firma de Ingeniería para que esta proporcione un sistema completo y que la terminal opere adecuadamente.

### **Recibo y Envío.**

Se requiere un nuevo sistema de regulación y medición para la línea de recibo de LPG-Ducto al tanque criogénico, el diseño será de acuerdo al plano A-401 y constará de dos trenes de medición, uno en operación y otro de relevo, donde se instalará la instrumentación básica requerida para regular y medir el gas recibido y enviado que cuente con indicación y control de las variables mas importantes:

- Flujo: Medidor tipo másico con  $\pm 015$  % de exactitud ó mejor.
- Temperatura: Instrumentación tipo inteligente y termómetros bimetalicos con un rango tal en el que la lectura a condiciones normales se ubique entre el 50-60 % del span y que cubran los límites máximo y mínimos de la variable.
- Presión: Instrumentación del tipo inteligente y Manómetros con un rango tal en el que la lectura a condiciones normales se ubique entre el 50-60 % del span y que cubran los límites máximo y mínimos de la variable.

Se deberá considerar a la entrada del patin una válvula de corte o seccionamiento operada electrónicamente para permitir cierres programados y por emergencia automática (Line Blake)

### **Sistema de Llenado y Refrigeración.**

Los tanques acumuladores Inter pasos (FA-1101) e Inter etapas (HA-1101) deberán contar con indicación de presión, temperatura y control de nivel; además con interruptores y alarmas por muy alto nivel que enviarán la señal de paro a los compresores de llenado/refrigeración para protegerlos por golpe de líquido. También deberán incluirse en éstos, alarmas por alta presión.

La instrumentación en el domo de succión (FA-1105) deberá estar integrada por medidores de presión, temperatura y nivel, así como interruptores y alarmas por alto nivel de líquido que enviará la señal de paro a los compresores.



Los separadores de aceite (TH-1114 y TH-1115) contarán con indicación y alarma por alta presión diferencial, indicación y alarma por alto nivel de aceite e indicación de presión manométrica.

Los tanques acumuladores finales de llenado/refrigeración (FA-1102 y FA-1103) deberán contar con medidores de temperatura, presión y control de nivel.

Del tanque acumulador final de los compresores de llenado (FA-1103) saldrá una línea que servirá para romper el vacío en el tanque de almacenamiento. Deberá implementarse un loop de control que permita enviar los vapores a presión alta hacia el tanque interior del FB-1101.

En los condensadores Llenado y Refrigeración (EA-4402 A/B/C y EA-4401 A/B) se medirá la presión y temperatura de gas a la entrada y salida de cada uno de ellos, así como también la temperatura del agua a la entrada y a la salida de cada condensador. Se deberá implementar un control de temperatura del LPG que permita regular el flujo de agua alimentada.

Los compresores estarán instrumentados para medición de presión y temperatura en las líneas de succión y descarga.

Todos los transmisores deberán ser del tipo inteligentes.

Todos los equipos y líneas se deben proteger por sobre presión con válvulas de seguridad.

## **Almacenamiento y Bombeo**

### **Tanque de Almacenamiento.**

La Terminal cuenta con un tanque de almacenamiento de doble pared tipo criogénico vertical de 20,000 TM que estará operando a 9 inH<sub>2</sub>O y -31.5 °C. El tanque podrá almacenar propano ó L.P.G. en sus diferentes composiciones.

Se deberá instalar un medidor de nivel electrónico del tipo palpador, para medición más exacta, que incluya un multisensor de temperatura en varios niveles lo cual permita tener una mejor determinación de la temperatura del LPG en el tanque interior. Este multisensor incluirá un termómetro ensamblado y suspendido en una apertura de 2", sujeto mediante bridas desde el domo hasta del fondo del tanque. El medidor también podrá dar lecturas de densidad, de temperatura puntual y de temperatura promedio.



Se deberá considerar la instalación de un medidor por celdas de presión diferencial adecuando la toma definitiva para las operaciones de vaciado del tanque interior.

#### **Protecciones por alta presión**

- a) Alarmas por alta presión a 9.5 y 10.5 inH<sub>2</sub>O.
- b) Se tendrá que diseñar un lazo transmisor-válvula de control que proteja al tanque interno cuando la presión se encuentre a 10.5 inH<sub>2</sub>O que envíe los vapores hacia el cabezal de desfogue y evite relevar, antes, a las válvulas presión-vacío, a la atmósfera.
- c) Cuando la presión alcance las 11.5 inH<sub>2</sub>O deberán relevar válvulas presión-vacío.
- d) Si la presión sigue aumentando y llega hasta 13.5 inH<sub>2</sub>O deberán relevar otras válvulas de presión vacío.

#### **Protecciones por baja presión**

- a) En caso que la presión disminuya hasta 5 inH<sub>2</sub>O se tendrá que inyectar gas desde el acumulador final del sistema de llenado (FA-1103) hasta el tanque interno del FB-1101 para restablecer la presión.
- b) Integrar alarmas a 4 y 2.5 in H<sub>2</sub>O.
- c) A 4 inH<sub>2</sub>O deberá enviarse una señal de arranque al calentador de resistencias eléctricas y además, la señal de alarma indicara al operador que prepare las bombas rompedoras de vacío.
- c) Si se alcanza una presión de 3.5 in H<sub>2</sub>O deberá mandarse una señal de paro a compresores.
- d) A 3 in H<sub>2</sub>O se arrancará el sistema rompedor de vacío mediante la recirculación de gas desde el fondo hasta el domo del tanque, vaporizándolo previamente en el calentador de resistencias eléctricas.
- d) Cuando se alcancen 2.5 inH<sub>2</sub>O deberá inyectarse N<sub>2</sub> al tanque interno. Este sistema deberá incluir, primero una válvula reguladora de presión (para reducir la presión y evitar un incremento repentino de la presión) y enseguida una válvula controladora de presión.



e) El sistema rompedor de vacío deberá activarse al alcanzarse 1.5 inH<sub>2</sub>O

Se deberá incluir un loop de control para arranque/paro automático del compresor de refrigeración en caso de presentarse alta o baja presión en el tanque interno.

Se deberá realizar un estudio para reutilizar o sacar de operación las resistencias calefactoras de la cimentación del tanque criogénico.

Debe contar con un sistema de medición de las condiciones de presión, temperatura, densidad y flujo (mediante medidores de flujo másico).

Las líneas contarán con válvulas de seguridad por sobre presión para protección de las líneas.

Se deberá tomar en cuenta el diseño del control de presión en el espacio anular que incluya alarmas por alta y baja presión.

### **Bombeo.**

Se tendrán que incluir válvulas motorizadas en la succión de las bombas rompedoras de vacío y de carga a barcos que cuenten con cierres programados para casos de emergencia.

Debe considerar la protección por baja presión en el tanque para cerrar la succión de antibumping y succión de bombas de carga a barcos.

Las bombas antibumping y de envío a barcos deben contar con indicación de presión a la entrada y salida, así como protección por baja y alta presión respectivamente.

El motor de las bombas debe contar con protecciones adecuadas para un correcto funcionamiento.

Las bombas de carga a barcos y los rompedores de vacío deben contar con válvulas motorizadas en el cabezal de succión, así como alarmas y protección por baja presión en la succión y por alta presión en la descarga.

Los motores deben contar con protección por alta corriente en los devanados.

Cada una de las bombas debe contar con un tanque de metanol el cual evitará el congelamiento en el sello mecánico de la flecha del motor. Este tanque debe contar con un indicador de nivel.



El sistema de medición y control en el tanque de almacenamiento FB-1101 consistirá en la medición de presión, temperatura, un sistema de medición de nivel tipo palpador servooperado que incluye medición de temperatura y densidad. Un sistema de medición de presión hidrostática incluye la medición de volumen y masa.

En el espacio anular del tanque se medirá la presión y se tendrá protección y alarma por baja presión y alarma por alta presión en el espacio interior.

Se tendrá control interno del tanque y del espacio anular, alarma por alta y baja presión del N<sub>2</sub> al espacio anular, por bajo y alto nivel.

Será necesario arranque y paro automático del compresor de refrigeración por alta y baja presión respectivamente.

Para el envío a barcos y antibumping serán necesarias válvulas motorizadas las cuales estarán interconectadas al sistema para emergencia.

Las bombas antibumping y de carga a barcos estarán protegidos por baja presión en la succión y por alta presión en la descarga.

Además se requiere proteger las líneas, equipo y tanque por sobre presión por lo cual contará con las válvulas de seguridad necesarias para este fin. Y con la válvula PCV-1101 que controlará la presión interna del tanque de almacenamiento.

El motor de las bombas necesita contar con las protecciones necesarias para prevenir daños a las mismas.

### **Servicios**

Estará constituido por un sistema de medición de agua de repuesto y uno más de agua de consumo; control de nivel en la torre de enfriamiento.

### **Agua de Enfriamiento.**

Las bombas contarán con alarmas por baja presión y por alta presión a la entrada y salida, respectivamente y contar con indicación de presión en ambos lados. Los motores deberán contar con protecciones para una mejor operación.

Se deberá medir la temperatura de envío a los condensadores y de regreso a la torre de enfriamiento los rotores de los ventiladores deberán contar con alarmas por alta vibración y los motores de los ventiladores deben contar con protecciones para su propia seguridad.



Las condiciones de operación son: presión de 6 Kg/cm<sup>2</sup> y temperatura de 22 °C a la salida de las bombas también se debe contar con medición y control de PH y con un sistema de cloración del agua de la torre.

Las líneas deben estar protegidas por sobre presión con válvulas de seguridad.

### **Aire de Instrumentos y Planta**

Los compresores de aire y de planta medirán la presión en la succión del compresor e indicador de temperatura local y en cuarto de control, así como alarmas y protecciones por alta temperatura y presión en la descarga a la salida de los post-enfriadores del compresor, se medirá la temperatura y en los separadores se medirá el nivel del agua.

En los tanques acumuladores se medirá la presión y será necesaria una alarma por muy baja presión en la parte interna del tanque y medir el nivel de agua por medio de vidrios de nivel.

Será necesario medir la presión y temperatura de envío de aire de planta e instrumentos.

Los compresores deben tener control de capacidad de ajuste diferencial de 1.5 Kg/cm<sup>2</sup> y alarma por baja presión de aceite.

También será necesario el control de presión de aire suministrado por las plantas "BICA y BICYQ"

Las líneas y equipos deben ser protegidos por sobre presión con válvulas de seguridad.

Las condiciones de operación en la descarga de los compresores será: presión de 7 Kg/cm<sup>2</sup> y temperatura de 200 °C y un flujo de 21 m<sup>3</sup>/min.

### **Sistemas de Desfogue**

La instrumentación necesaria será para medición de flujo a quemadores (registro y totalización) así como la presión y temperatura del flujo.



## 1.8 BASES DE DISEÑO SISTEMA DE SEGURIDAD

### Red Contra-incendio

La firma de Ingeniería deberá analizar el sistema contra-incendio existente y diseñar un sistema de detección de mezclas explosivas que active al sistema de aspersión de contra-incendio para equipos y recipientes importantes.

- Se deben tener los drenajes a prueba de explosión y normalmente cerrados.
  - Se deben calcular y requisitar la cantidad de equipos de extinción de polvo químico seco.
  - Se debe diseñar la red de alarmas para operar en caso de emergencia.
  - Se debe estudiar y especificar que estructuras se recubrirán con protección resistente al fuego.
- a) La Firma de Ingeniería deberá diseñar e indicar que para la Construcción el suministro de material, tendido, erección e instalación del complemento de la red contra-incendio, así como los accesorios, válvulas y conexiones que se instalen en esta, o en líneas que de ella se abastezcan deberán cumplir con la especificación de tubería de PEMEX T-9B y normativa GPEI-SI-3600 y No. 01.0.26.
- b) El dimensionamiento de los disparos de la red C.I. en la terminal de gas para las protecciones con sistemas de seguridad al tanque y casa de bombas de gas L.P., debe cumplir con las velocidades de flujo de agua entre 1.08 a 3.05 m/seg. (6 a 10 pies/seg.) así como los materiales, conexiones y accesorios como se indica en la especificación de tubería PEMEX T-9B.
- c) Los sistemas de aspersión en las áreas de bombas de gas L.P. y área de compresión deben diseñar arreglos de tuberías que soportan a espreas, orientadas específicamente hacia: conexiones de las bombas y cumplir con las densidades de aplicación que como mínimo debe ser de 10.0 lt/min. por m<sup>2</sup> (0.25 gal/min por pie<sup>2</sup>) y con la norma PEMEX No. GPEI-SI-3600, así mismo las boquillas aspersoras deben cumplir con la especificación particular No. 1608 del anexo "B" de las bases de concurso.
- d) Las válvulas de diluvio operadas por solenoide para control automático de los sistemas se deben diseñar colocadas en zonas de riesgo y cumplir con los requerimientos de la especificación particular No. 1607, así como los



dispositivos, conexiones y accesorios para su erección y montaje, así mismo se debe cumplir con la especificación de tubería PEMEX T9B.

- e) El diseño de los equipos de apoyo al combate de incendios como monitores e hidrantes deben ser implementados y conectados a la red C.I. en los puntos que indica el plano A-501 siguiendo las especificaciones de diseño que para tal efecto dicta la norma PEMEX No. 01.0.26 en cuanto a diámetros de tubo que alimentan a hidrantes y monitores deben cumplir los requisitos de la especificación de tubería PEMEX T-9B.
- f) La Firma de Ingeniería debe indicar en el paquete de concurso de construcción que la red C.I. , equipos, válvulas, conexiones y sistemas de aspersión conectados a ésta, deben ser sometidos a pruebas hidrostáticas para verificar hermeticidad como se indica en la normativa PEMEX No. 01.0.26 sección 1.7 pruebas.
- g) La Firma de Ingeniería para el diseño y elaboración del paquete de concurso deberá considerar que el material y principio de operación de los sistemas y equipos C.I. como hidrantes, mangueras, válvulas de diluvio, válvulas de compuerta, accesorios y conexiones para servicio contra-incendio deben cumplir con las especificaciones de diseño indicadas en el catálogo PEMEX CT-01.0.01 y especificaciones No. 1600, 1601, 1062 y 1067 del anexo "B" del paquete de concurso.
- h) Para el diseño y desarrollo del paquete de concurso de la construcción, La Firma de Ingeniería deberá tomar en cuenta que la selección y dimensión de la tubería conduit, cajas de registro y accesorios eléctricos para instalación aérea y subterránea, cableado de dispositivos, válvulas de diluvio, instrumentos y detectores.

### **Extintores Portátiles**

El diseño de la selección y ubicación de extintores portátiles en la terminal se debe basar en la normativa PEMEX A-II-2.

### **Señalización de Seguridad**

Se debe indicar en el diseño, la distribución de carteles y rótulos con gráficos que contengan indicaciones de seguridad como se especifica en la norma PEMEX No. 0.9.05. En cuanto a señales de tipo preventivas obligatorias, advertencia, prohibición, indicativas y de salvamento.



### **Almacenamiento de Agua Contra Incendio**

- a) La Terminal LPG II (LUMMUS) debe tener un suministro de agua contra incendio que provendrá de un tanque (TV-01) de Almacenamiento de Agua Contra Incendio, para su ubicación se tendrá que presentar una propuesta la cual deberá ser aprobada por PEMEX Gas y Petroquímica Básica; la capacidad de éste debe estar en función del gasto máximo requerido para el riesgo mayor de la instalación de Lummus; que por Norma PEMEX No. .01.0.26 debe ser el gasto de agua necesaria para protección del tanque FB-1101, con un tiempo de operación de flujo de agua mínimo de dos horas.
- b) La fuente de abastecimiento primaria para llenar el Tanque de Agua contra incendio TV-01 de acuerdo a Norma PEMEX No. .01.0.26, debe ser del tanque existente TV-07.

### **Sistema de Bombeo Contra Incendio**

- a) En el diseño se debe de considerar que la Terminal LUMMUS debe tener un sistema de bombeo contra incendio el cual debe consistir de una bomba principal centrífuga horizontal, accionada por motor eléctrico y una bomba de relevo centrífuga horizontal, accionada por motor de combustión interna.

La capacidad de cada una de las bombas contra incendio debe ser tal que permita mantener los gastos necesarios para cubrir el caudal del flujo del riesgo mayor; deben tener la característica de proporcionar cuando menos el 150% de su gasto normal operando como mínimo al 65% de su presión nominal, cuando el gasto sea cero.

La capacidad de la bomba principal de motor eléctrico debe ser de 9462 LPM (2500 GPM).

- b) El sistema de bombeo para la Terminal de Lummus se ubicará en las instalaciones de la terminal BICYQ, donde se descargará el flujo de agua, a un cabezal que se interconectará con la red contra incendio de la Planta Lummus en dos puntos equidistantes.
- c) El sistema de bombeo contra incendio debe cumplir estrictamente con las disposiciones de la Norma PEMEX No. 01.0.26 "Requisitos Generales para el Proyecto, construcción, equipamiento de las redes de agua contra incendio, especificación de tubería contra incendio T9B y NFPA panfleto No. 20.
- d) El equipo de bombeo de relevo debe ser integrado por una bomba centrífuga horizontal de caja bipartida con capacidad de 9462 LPM (2500 GPM) y el medio



de accionamiento debe ser con motores de combustión interna. El tanque de combustible para el motor deberá tener una capacidad de almacenamiento para funcionamiento sin interrupción de 8 horas como mínimo, trabajando a su máxima capacidad de acuerdo a norma PEMEX No. 01.0.26 capítulo 2 sección 2.5.8.

## **1.9 BASES DE DISEÑO CIVIL-ESTRUCTURAL.**

El desarrollo de la Ingeniería de Detalle y la elaboración del paquete de concurso se deberán realizar bajo los siguientes criterios:

Las obras y trabajos civiles de edificios, techumbres, cobertizos, drenajes, ductos de instrumentos y eléctricos, registros, pavimentos, bardas, banquetas y cimentaciones, deberán acondicionarse, diseñarse y construirse bajo un enfoque de ingeniería que armonice con lo ya existente, uniformizando la planta y ocupando los materiales de mejor calidad apegándose a las normas de PEMEX Gas y Petroquímica Básica.

Las superficies de construcción que se indican en los incisos subsecuentes son estimadas y podrán modificarse en la etapa de desarrollo de Ingeniería de Detalle y de acuerdo a los requerimientos.

**Adecuación de Instalaciones al Exterior de la Terminal LPG II ("LUMMUS"), para su Conversión a LPG.**

**Nuevo Camino hacia el Poblado de "Salina del Marquez".**

Nuevo camino hacia el poblado de "Salina del Marquez" de tal manera que el camino existente de entrada/salida a la terminal LPG II, quede exclusivo para uso de PEMEX G.P.B. en la recepción y distribución de Gas L.P.

El nuevo camino se desarrollará acorde a la normatividad que haya lugar, este nuevo camino se construirá hacia la dirección oeste del camino existente, semiparalelo a este último, y tendrá ancho suficiente siguiendo la configuración del terreno con radios de giro mínimo de 20 m, tomando en cuenta características de vehículos tipo que circularán en la terminal.

**Interconexión al L.P.G.. Ducto proveniente de la Trampa de Diablos a la Terminal "LPG I" para Suministro de L.P.G. a la Terminal LPG II.**

Disparo para la interconexión por medio de un tubo de 12" de diam. desde el ducto proveniente de Jaltipán y la Refinería de Salina Cruz, Oax.



**Adecuación de la red de tuberías de agua contra-incendio, en la terminal marítima de Salina Cruz, Oax.**

**Adecuación de instalaciones al interior de la Terminal "LPG II", convertida para terminal de recibo y distribución de gas L.P.**

Esta adecuación de instalaciones se ubicarán al interior de la nueva barda perimetral. Las nuevas adecuaciones deben tomar en cuenta la interacción existente entre el trazo general de la terminal con su vialidad existente, áreas de construcción existentes, zona de acceso y de salida existentes, áreas verdes, límites de derecho de vía, zonas de equipos existentes, de tal manera que se lleven a cabo las nuevas adecuaciones de instalaciones interiores definidas y requeridas por PEMEX GPB, con sus respectivas banquetas, andadores y guarniciones.

En la planeación de las adecuaciones de cada una de las instalaciones requeridas por PEMEX GPB la contratista debe considerar la optimización de operación de la Terminal.

Para la planeación integral de la adecuación de estas instalaciones con la urbanización existente en la planta, la contratista debe considerar los siguientes puntos:

- A.- La circulación existente al interior de la terminal.
- B.- La distribución general de las áreas en la terminal, considerando la distribución existente.
- C.- La distribución de las instalaciones en la urbanización existente de la terminal, tomando en cuenta las áreas exclusivas de PEMEX GPB.
- D.- Las distancias entre los componentes de la terminal (seguridad).
- E.- La vialidad y urbanización existente de la planta.
- F.- Delimitar y trazar en el plano de localización general de instalaciones el área propiedad de PEMEX GPB con respecto a otras áreas.
- G.- Considerar las salidas de emergencia.
- H.- Considerar la orientación de vientos dominantes y vientos reinantes y norte constructivo, para las nuevas instalaciones.
- I.- Plantear el sitio de integración de los nuevos drenajes superficiales pluviales en la totalidad de la terminal de Gas L.P.
- J.- Respetar el ancho de vialidades.
- K.- Indicar las áreas verdes para la terminal.
- L.- Trazar la generalidad de banquetas, andadores y límites de banquetas, en las áreas de PEMEX GPB.
- M.- Indicar la simbología general empleada en el trazo de la terminal y en el plano general de la misma.



Los puntos anteriores pueden ser ampliados en base a sugerencias de la contratista, pero sin modificar la conceptualización general de estas.

Cualquier estructura de pavimentos de concreto que se realice al interior de la terminal LPG II ("LUMMUS") debe comprender una vida útil mínima de 30 años, considerando el análisis de tránsito correspondiente a dicho periodo.

### **Demolición de Diversas Instalaciones**

#### **Líneas Telefónicas**

Adecuar nuevas líneas telefónicas hacia las nuevas instalaciones de PEMEX GPB. en la Terminal LPG II ("LUMMUS"), así como a la red privada de PEMEX y de TELMEX.

#### **Terracerías para Nuevas Instalaciones**

Movimientos de Tierra (Cortes, y Terraplenes en base a Desnivel Topográfico) según proyecto.

#### **Nuevos sistemas de Drenajes "Superficiales" Pluviales para el Área de las Instalaciones de Recibo y Envío a Barcos de Gas L.P.**

Se deberá cumplir con las leyes, reglamentos, normas para obras civiles y las correspondientes a los aspectos ecológicos, incluidos los de tratamiento de agua para fosas sépticas.

**Adecuación de instalaciones subterráneas (eléctricas, instrumentación, telecomunicaciones) para el área de las instalaciones.**

**Adecuación de accesos peatonales, explanadas, vialidades peatonales, guarniciones, banquetas, andadores (concreto  $f'c=150 \text{ Kg/cm}^2$ ) para el área de las instalaciones.**

**Adecuación de la red de tuberías de agua de servicios para las instalaciones.**

**Adecuación de pavimentos de concreto ( $f'c=250 \text{ Kg/cm}^2$ ) para el área de las instalaciones.**

**Adecuaciones de la red de tuberías de agua contra-incendio, al interior de las instalaciones de la terminal LPG II ("LUMMUS").**

**Adecuación de red de tierras para el área de las nuevas instalaciones.**



**Adecuación del paquete del aire de instrumentos para las instalaciones.**

**Cimentación para el nuevo tanque del sistema de agua contra-incendio, para una capacidad de 20,000 BLS.**

**Localización y construcción de la nueva caseta de vigilancia.**

Es una construcción destinada al control vehicular, al control de personal y visitantes a la terminal.

Esta Caseta estará situada en un lugar estratégico y controlará el acceso de personal en forma electrónica y de vehículos mediante plumas abatibles de seguridad y contará con baño, lavabo y WC, deberá armonizar con el entorno existente.

**Localización y construcción de la nueva subestación eléctrica.**

**Localización y construcción del nuevo centro de control de motores.**

**Construcción del cuarto de control de instrumentación.**

Es una construcción que confinará el sistema de control automatizado el cual afectará el control de la planta así como el de las operaciones de recibo y envío a barcos.

El cuarto de control se construirá de tal forma que tenga un piso falso, debajo del cual se instalarán el cableado del sistema de control.

Tendrá un sistema de aire acondicionado con equipos MINISPLIT.

Este cuarto quedará ubicado de tal forma que domine visualmente la terminal completa a través de ventanas selladas con vidrio inastillable.

Su estructura será del tipo industrial, a base de columnas traveses y losas coladas en sitio, los muros serán de material que armonice con el ya existente en la terminal.

**Revisión y mantenimiento y reparación en caso necesario del cárcamo de almacenamiento y su correspondiente drenaje, del agua del sistema de enfriamiento de la torre de enfriamiento existente.**



### **Adecuación de áreas verdes.**

Se deberá sembrar pasto, plantas y arbustos florales de la región en todos aquellos espacios donde sea factible su colocación.

### **Rehabilitación de la torre de enfriamiento.**

Se realizará la inspección, mantenimiento, reparación y suministro e instalación de partes para la rehabilitación de la torre de enfriamiento. Se realizará la inspección, mantenimiento y suministro e instalación para rehabilitar el tanque inhibidor de corrosión, tanque de ácido sulfúrico con su agitador, motor y clorador para su buen funcionamiento.

La contratista deberá proporcionar todos los materiales, accesorios, personal calificado y equipo necesario para la realización de los trabajos, limpieza y remoción del material sobrante producto de las actividades desarrolladas.

La situación de materiales será de la misma especificación de los existentes.

Los trabajos de obra civil como mínimo considerará lo siguiente:

Apriete y limpieza de todos los elementos de madera de la torre de EF-1101 así como de escaleras, sistema de distribución, barandal. Mantenimiento, limpieza y pintura del tanque recolector, cárcamo de la torre, cilindro de ventilador, malla protectora del ventilador, equipo electromecánico, empaques de la charola, canal de distribución, rejillas, registros, cárcamo, puertas, etc.

Limpieza, suministro y colocación de los empaques de la torre, persianas de asbesto, internos de la torre.

Inspección reparación e impermeabilización de los elementos de concreto de la torre como el cárcamo de bombeo, canal, bacin, drenajes, compuertas etc.

Todos los trabajos se apegarán a lo indicado en el manual de COOLING TOWER INSTITUTE (C.T.I.) CHAPTER 13 " INSPECTION OF COOLING TOWERS " y en la practica DE Ingeniería ECCA-110 del IMP Así como las normas de PEMEX GAS Y PETROQUIMICA BASICA para torres de enfriamiento.

**Adecuación de la red de tuberías de proceso para gas LP.**

**Adecuación de los registros, para válvulas enterradas.**

**Adecuación de la red de tuberías para suministro de nitrógeno.**



**Adecuación de la red de tuberías para el sistema de enfriamiento.**

**Camino alternativo de escape de la terminal "LUMMUS" de gas LP.**

**Barda perimetral con puertas de entrada/salida.**

Conforme al análisis de ingeniería que se realice se determinará la cimentación adecuada y los tableros deberán enmarcarse con trabes, columnas y cerramientos de concreto armado. El mortero de junteo y el concreto deberán mezclarse con aditivo impermeabilizante integral.

Barda perimetral de tabique rojo recocido de 14.00 cm. de espesor, con tres metros de altura.

**Cerca Perimetral.**

Se colocará una cerca sobre la barda, esta será de alambre de púas y una espiral del mismo material de tal forma que la altura completa de la barda y la cerca del piso terminado al área libre, sea de 4 m. Las espigas de acero serán empotradas en las columnas.

**Estudios requeridos para el desarrollo de la Ingeniería y construcción.**

- Levantamiento Topográfico
- Estudio Geotécnico

**Especificaciones para diseño y construcción de obras civiles.**

Todos los trabajos civiles a ser cubiertos por la contratista deberán ser diseñados, inspeccionados, construidos y aprobados de acuerdo con las leyes, reglamentos, códigos, normas, manuales y especificaciones para diseño y construcción de obras civiles, por ejemplo los de la SCT, del Reglamento Vial del D.D.F., disposiciones de F.F.C.C., de PEMEX.

### **1.10 BASES DE DISEÑO TUBERIAS**

Todos los trabajos que la firma de Ingeniería desarrolle de diseño y en la elaboración del paquete de construcción, que se describen a continuación, se realizarán conforme a las normas y especificaciones PEMEX K-101, código ASME - ANSI B.31.3 y códigos aplicables vigentes.

- a) Manejo, erección e interconexión del nuevo ramal del LPG ducto al nuevo patín de recibo y medición.



- b) Interconexión del nuevo patín de recibo al tanque criogénico FB-1101; de éste a casa de bombas y de estas al cabezal de carga de gas licuado a barcos en los muelles 7 y 9.
- c) Interconexión del sistema de retorno de vapores de gas licuado y Amoniaco de los muelles 7 y 9, a las plantas LUMMUS y BICA.
- d) Interconexión del cabezal de carga de LPG del muelle 7 al cabezal de carga a barcos del muelle 9.
- e) Interconexión del sistema de desfogue de la planta LUMMUS al cabezal de desfogue al quemador de la terminal BICYQ.
- f) Manejo, erección e interconexión de una línea de 3 pulg. de diámetro, suministro de nitrógeno, de el L.B. de la planta BICYQ hasta la planta LUMMUS, para los servicios de inertizado del espacio anular del tanque criogénico FB-1101, rompedora de vacío.
- g) Adición de monitores (2) para el sistema de protección contra-incendio del tanque criogénico FB-1101.

Así mismo, la Firma de Ingeniería debe hacer mención en el paquete de construcción que todos los desmantelamientos de tuberías, válvulas, conexiones y accesorios que no queden en servicio, debido a la construcción del nuevo patín de recibo y medición y/o las interconexiones de cabezales de carga de gas licuado, retorno de vapores y desfogues a quemador.

Además de que todas las tuberías y equipos existentes serán inspeccionados (calibrados) y las que se integren o adicionen deberán de ser radiografiadas y probadas hidrostáticamente y se protegerán de acuerdo a las normas de PEMEX vigentes indicadas en el complemento B-1 de las bases de concurso.

La Firma de Ingeniería debe indicar en el paquete de concurso de la construcción, que la interconexión con el LPG-ducto se hará utilizando un arreglo de Tapping-machine. La responsabilidad para la realización de esta operación estará a cargo de PEMEX Gas y Petroquímica Básica y la contratista suministrará los materiales para la misma.

La Ingeniería de Diseño deberá enlistar los materiales requeridos y requisitarlos previa autorización de PEMEX Gas y Petroquímica Básica.



## **Regulación, Medición y Control en la Terminal.**

- Filtro canasta sencillo y su relevo.
- Deberá contar válvulas de corte o seccionamiento para permitir cierres programación en el suministro del producto.
- Medición de flujo másico, temperatura, presión y densidad de recibo del LPG Ducto.
- Los instrumentos de medición y control deberán estar bajo una caseta.

La firma de ingeniería deberá realizar la medición de esferas de la tubería existente de acuerdo a normas.

El diseño deberá realizarse por análisis de flexibilidad, tomando las prevenciones por expansión y contracciones térmicas.

La firma de la ingeniería debe diseñar la tubería la cual debe soportarse o guiarse al grado que sus movimientos sean contenidos en la posición o condiciones de diseño.

La firma de ingeniería debe indicar en el paquete de concurso de la construcción que la tubería ya sea nueva reparada se debe probar hidrostáticamente antes de entrar en operación por lo menos durante 24 horas.

El diseño de las tuberías debe cumplir con los requerimientos que marcan las normas PPEMEX, los reglamentos federales (SECOFI, SEDESOL), Así como los estándares internacionales que permitan tener un 100% de confiabilidad en la operación de la terminal.

### **1.11 BASES DE DISEÑO MECANICO**

La Firma de Ingeniería debe de suministrar las especificaciones adecuadas para cumplir con la capacidad de la terminal, filosofías de operación y requisitos específicos del proyecto.

Se deben tomar como base los planos de Ingeniería Básica del anexo A.

Las características de los equipos deben ser indicados en las hojas de datos.

Se deberá diseñar y elaborar la requisición de un sistema de aire acondicionado para el cuarto de control para las siguientes condiciones de operación: Temperatura interior 20°C presión positiva (presurizado), humedad relativa 50% y distribución homogénea.



Se deberán diseñar y requisitar dos compresores reciprocantes de tipo tornillo para el paquete de aire de instrumentos y un compresor de aire de planta, adecuados a las necesidades de la planta.

### **BOMBAS DE GAS L.P.**

La Firma de Ingeniería deberá, para las seis bombas de Gas L.P. (GA1103/5 GA-1101/A, B, C, D) realizar una inspección y prueba de operación y dar un diagnóstico.

En base a sus resultados, deberá solicitar en el paquete de concurso de la construcción, su reubicación. Solicitando desmontaje, relocalización, inspección, limpieza, montaje, pruebas de equipo de bombeo de Gas L.P. y cumplir con las condiciones de operación especificadas.

La Firma de Ingeniería deberá desarrollar la Ingeniería de detalle requerida para su reubicación, teniendo como base los planos de Ingeniería básica y localización del Anexo A.

### **COMPRESORES**

La Firma de Ingeniería deberá de realizar la Ingeniería de detalle requerida para el montaje de cuatro nuevos compresores de tornillo, que proporcionará PEMEX Gas y Petroquímica Básica.

En la elaboración del paquete de concurso de la construcción la Firma de Ingeniería deberá solicitar el desmantelamiento de los compresores existentes, limpieza y montaje del nuevo equipo de compresión.

### **TIPOS DE EQUIPO**

El tipo de equipo suministrar debe ser aquel que presente las mejores ventajas operacionales y de seguridad para la terminal y deben estar contemplados con las normas, reglamentos y estándares indicados (no se aceptan prototipos).

Para los equipos paquete es necesario indicar el tipo de equipo de los sistemas auxiliares. Se prefieren los equipos montados en patines del acero estructural.

### **MARCA DE LOS EQUIPOS PROPUESTOS.**

La Firma de Ingeniería debe indicar la marca de los equipos suministrados que de antemano se sabe y conoce son diseñados conforme a las normas y estándares



solicitados, es decir, se adquiere el compromiso de verificar que el equipo suministrado cumpla con las normas nacionales e internacionales aplicables.

## **BOMBAS PARA EL SISTEMA CONTRAINCENDIO**

Este sistema es completamente con lo requerido e indicado en la sección de seguridad industrial y en los Diagramas de Tubería e Instrumentos correspondientes.

La firma de ingeniería deberá tomar en cuenta todos los puntos anteriores para indicarlos en el paquete de concurso de construcción.

### **1.12 BASES DE DISEÑO ELECTRICO**

Para el desarrollo de la Ingeniería de Detalle y la elaboración del paquete de concurso, la firma de Ingeniería deberá considerar lo siguiente:

La acometida eléctrica a la terminal será suministrada con línea aérea de doble circuito en 34.5 KV que viene desde los turbogeneradores de la Refinería Antonio Dovalí Jaime.

Se reducirá el voltaje a 4.16 KV en un arreglo de distribución radial redundante con Bus de enlace, para suministrar la potencia a los motores de los compresores y a las demás cargas que se requieran de este nivel de voltaje. De igual manera se reducirá el voltaje a 480 V y 220-127 V para suministrar alimentación eléctrica en baja tensión a todos los servicios que lo requieran tales como alumbrados, resistencias, calefactores, motores en baja tensión sistemas de protección (UPS) y transformadores.

Los tableros locales de control de los compresores deben modificarse, de tal manera que todos los dispositivos sean a prueba de explosión.

Para el alumbrado de la casa de compresores, se deben cambiar las luminarias a prueba de explosión además de cambiar los condulets para áreas peligrosas.

Todos los disparos de las tuberías conduit para fuerza, control y alumbrado deben llevar un sello.

Las cajas de conexiones que alimentan el sistema de lubricación de los compresores, deben cambiarse a prueba de explosión.

La planta LUMMUS cuenta con una doble alimentación a través de las líneas "A" y "B" por lo que en caso de falla de las dos, la planta quedará fuera de operación.



- Clasificación de áreas Peligrosas. Al operar la planta LUMMUS con gas licuado, el arreglo actual de la clasificación de áreas peligrosas sufrirá modificaciones, algunas de las principales en:
- Cobertizo de compresores. Los motores eléctricos de los compresores de llenado y refrigeración deben ser a prueba de explosión, se debe sellar adecuadamente las cajas de conexiones eléctricas.

Los motores de los compresores de aire de instrumentos deben ser a prueba de explosión.

Las estaciones de botones, cajas de conexiones y condulets existentes deben cambiarse a ser a prueba de explosión, se deben colocar sellos en todos los disparos de las tuberías conduit.

- Tanque de almacenamiento.
- Cuarto eléctrico y cuarto de control. Relocalizarlos o bien presurizarlos y modificar arreglo arquitectónico.
- Área general
- Relocalizar los transformadores de potencia.
- Cobertizo de bombas de carga y recirculación. Los motores existentes son del tipo de inducción y puede seguir utilizándose.

Las estaciones de botones, cajas de conexiones y tableros de distribución de alumbrado existentes deben cambiarse a prueba de explosión.

Las luminarias y condulets deben cambiarse a prueba de explosión.

- Bombas de agua de enfriamiento. Los motores eléctricos son a prueba de explosión por lo que podrán utilizarse.
- Torre de enfriamiento. Alimentación a los motores eléctricos de los ventiladores.
- Subestación eléctrica.

La Firma de Ingeniería deberá analizar :

La localización de la subestación eléctrica de acuerdo a la norma PEMEX 3.344.02 de instalación de subestaciones hasta de 10,000 KVA.



La localización de los interruptores de potencia así como los perfiles estructurales para el cuadro de distribución.

### **1.13 BASES DE DISEÑO RECIPIENTES**

La Firma de Ingeniería deberá considerar para el desarrollo de la Ingeniería de Detalle y la elaboración del paquete de concurso el realizar los trabajos mínimos que se deben desarrollar para el conjunto de recipientes y tanques, nuevos y existentes, con su correspondiente inspección, pruebas, mantenimiento, ingeniería y construcción, se describen a continuación en forma general.

#### **Desmantelamiento de los compresores de llenado y refrigeración.**

La Firma de Ingeniería deberá indicar en el paquete de concurso de la construcción el desmantelamiento total de los equipos de compresión de llenado GB-1101 A/B/C (3 equipos) y de los equipos de compresión de refrigeración GB-1102/S (2 equipos) con todos los accesorios que formen parte de ellos.

La Firma de Ingeniería deberá realizar la inspección, reparación y pruebas de los siguientes equipos.

FA-1101	FA-1102B	FA-1118	FA-1119
FA-1105		FA-1106	
FA-1103B	HA-1101	FA-1128	

La Firma de Ingeniería deberá realizar la inspección, reparación y pruebas de los condensadores del sistema de refrigeración y del sistema de enfriamiento.

EA-4401 A/B  
EA-4402 A/B/C

La Firma de Ingeniería deberá diseñar, e indicar la construcción y pruebas en el paquete de concurso de la construcción de un tanque atmosférico de 10,000 bls. Para agua contra incendio, con techo cónico soportado.

En caso de que alguno de los equipos indicados en los punto 7.8.2.y 7.8.3. de acuerdo a diagnóstico no opere y en común acuerdo con PEMEX Gas y Petroquímica Básica, deberá elaborarse su requisición.



## 1.14 BASES DE DISEÑO TELECOMUNICACIONES

Los requisitos de comunicación a cubrir en la terminal de Gas LPG II (LUMMUS) en Salina Cruz, Oax; para su operación integral y ser desarrollados en la Ingeniería de Detalle e indicados en el paquete de concurso de la construcción son:

- a) Reubicación y complemento de canalizaciones, cableado y equipo para la red telefónica existente desde el Cuarto de Control Principal a reubicar hasta el Departamento de Telecomunicaciones.
- b) Integración de los datos de proceso para monitoreo y/o control, a la red de microondas digital, propiedad de PEMEX.

### Sistema Telefónico.

- a) Incremento de los servicios telefónicos propiedad de PEMEX, instalando un cable adicional que abarque la trayectoria desde el Cuarto de Control Principal al Departamento de Telecomunicaciones.
- b) Instalación de un equipo Facsímil Digital en el cuarto de control con facilidad para conmutarse de línea de Telmex a línea de PEMEX o viceversa.
- c) Instalación de las tablillas de conexión adicionales para los nuevos pares telefónicos en las cajas y/o armarios de conexión existentes a lo largo de la trayectoria de la red telefónica.
- d) Instalación e interconexión de Modem's Digitales para transmisión de datos del (SCD) en el cuarto de control a la red de microondas en el Departamento de Telecomunicaciones.
- e) Ampliación del conmutador telefónico en caso de ser necesario para hacer posibles las comunicaciones de voz y datos e imagen.

### Documentación.

- a) Manuales de operación y mantenimiento de los equipos y accesorios repuestos.
- b) Certificados de homologación de los equipos.
- c) Catálogos/folleto con Especificaciones Técnicas (a entregar en su Propuesta Técnica en la etapa de Concurso), de los equipos y accesorios propuestos.



### **1.15 BASES DE DISEÑO SISTEMA DE CALIDAD**

Para alcanzar altos estándares de Calidad así como el cumplimiento de reglamentaciones emitidas por las diversas entidades gubernamentales involucradas, la Firma de Ingeniería deberá proponer un Sistema de Calidad para la ejecución/supervisión de actividades en cada una de las fases de realización de la Ingeniería de Detalle del proyecto e indicarlo en el paquete de concurso de la construcción para la fabricación, construcción, montaje, pruebas y puesta en operación.

El sistema de la Calidad propuesto será conforme a la normalización internacional y/o nacional para la calidad, descrita en las normas ISO-9000 y/o NMX-CC, última edición.



## II. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

El contenido del presente capítulo describe la filosofía de operación de la terminal de almacenamiento y distribución de Gas Licuado de Salina Cruz Oax. Diseñada para una capacidad de 20 000 toneladas métricas a una presión de 9in H<sub>2</sub>O y una temperatura de -33 °C. Esta terminal originalmente fue diseñada para almacenar amoníaco y se han realizado todos los cambios requeridos para almacenar Gas Licuado.

### DESCRIPCION DEL PROCESO.

#### 2.1 RECIBO Y MEDICION.

El Gas Licuado llega a la terminal de almacenamiento y distribución a través de una ramal de 12" del LPG-Ducto Jáltipan-Salina Cruz. Previa a su llegada a la terminal, se tiene una conexión con la línea de 8" proveniente de la refinería, por medio de la cual se tiene la opción de recibir el Gas Licuado de éste centro.

La alimentación proveniente del ducto Jáltipan-Salina Cruz, con un flujo máximo de 25,000 BPD (89 T/hr) se recibe a través de la válvula motorizada MOV-100, la cual es controlada por el operador para abrir o cerrar el ducto de acuerdo al programa de recibo establecido entre las subsidiarias de PGPB y PEMEX Refinación. En caso de que la presión de entrada del ducto sea menor de 21 Kg/cm<sup>2</sup>, el sistema alarmará por baja presión, señalizando ésta condición para que el operador tome las acciones correspondientes. El operador cerrará las válvulas MOV-100 y la PV-103 mediante el comando correspondiente de manera que la presión no disminuya en el ducto. Se mantendrá la operación de la planta recirculando el sistema en tanto que la estación de Jáltipan y/o la refinería, según sea el caso, reponen la presión en el límite de batería de la planta.

En caso de alta presión en el ducto de recibo se contará con la alarma respectiva así como con los dispositivos de relevo adecuados PSV-101/102, PSV-103 calibradas a 30 Kg/cm<sup>2</sup> para desfogar la presión hacia el quemador de fosa existente.

En la línea de recibo se cuenta dos filtros tipo canasta FL-100 A/B en los cuales se localiza un transmisor de presión diferencial PDIT-101/102, éste alarmará cuando se tenga una presión diferencial de 0.352 Kg/cm<sup>2</sup> (5 psi) y cuando esto suceda se procederá al cambio de filtro. Posterior a los filtros se tiene el medidor de flujo másico y la válvula PV-103 la cual mantiene una presión de 24 Kg/cm<sup>2</sup> manométrica en el patín de medición. Es importante mencionar que cuando se tenga el recibo máximo de 25 000 BPD sólo operará un patín.



La medición del gas se realiza a través de los medidores de flujo másico FE-101/102 y mediante sus transmisores FT-101/102; además de la indicación de flujo se obtienen asociadas las indicaciones de temperatura y densidad.

Posteriormente el Gas Licuado pasa al acumulador interpasos, FA-1101 donde debido a la contrapresión que efectúan los compresores la presión se reduce hasta  $3 \text{ Kg/cm}^2$  man lo cual provoca un flasheo disminuyendo la temperatura hasta  $8.1^\circ \text{C}$  con la cual se vaporiza parcialmente la alimentación.

El operador podrá seleccionar en cualquier instante, dependiendo de las condiciones de operación en el recibo, el tren de medición a utilizarse mediante los comandos de la consola. Si se presenta alguna condición anormal o por falla del equipo en el medidor activo, el sistema de control indicará mediante alarma la condición ocurrida y habilitará automáticamente el siguiente tren de medición para continuar con la operación de recibo. El operador también podrá seleccionar el cambio de tren en forma manual mediante comandos en la consola de operación, así como manipular cualquier válvula conectada al sistema y elegir el estado de mantenimiento para toda la instrumentación que se integra al sistema.

La estación maestra mostrará a través de los mímicos operativos, las variables de operación indicando:

- Las últimas cinco alarmas registradas.
- Gasto instantáneo en Bls/hr.
- Gasto instantáneo en Ton/hr.
- Volumen acumulado en Bls y Ton a condiciones de PEMEX ( $20^\circ \text{C}$ ).
- Total acumulado.
- Acumulado diario.
- Acumulado mensual.
- Temperatura instantánea en  $^\circ \text{C}$ .
- Presión de recibo antes de la MOV-100 en  $\text{Kg/cm}^2$ .
- Presión después del tren de regulación en  $\text{Kg/cm}^2$ .
- Condiciones en que se encuentra el tren de medición y los instrumentos de recibo (activo, inactivo, manual, automático, calibración o mantenimiento).
- Estado operativo de válvulas motorizados (local, remoto, fuera, etc.).
- Densidad en  $\text{Kg/lt}$  y  $\text{ton/m}^3$ .



## 2.2 SISTEMA DE LLENADO.

Los vapores procedentes de barcos y/o procedentes del tanque de almacenamiento FB-1101 a consecuencia del desplazamiento de vapores ocasionadas por el suministro de Gas Licuado o por la ganancia de calor, son enviados al tanque de succión FA-1105. Una parte de estos vapores se comprime en el GB-1201B (compresor del sistema de llenado) hasta una presión de  $3 \text{ Kg/cm}^2 \text{ man}$  y se mezcla con la corriente de succión del compresor GB-1201A para después mandar la mezcla comprimida (a  $15 \text{ Kg/cm}^2 \text{ man}$ ) a los condensadores EA-4402 A/B/C y de aquí al acumulador final de los compresores de llenado FA-1103. La otra parte de estos vapores pasa al compresor del sistema de refrigeración (holding) GB-1202B.

La corriente proveniente del acumulador final "Filling" FA-1103 sale en forma líquida y se vaporiza parcialmente en la válvula controladora de nivel LV-200. Los compresores, debido a la contrapresión que provocan en el FA-1101 reducen la presión hasta  $3 \text{ Kg/cm}^2 \text{ man}$ , disminuyendo la temperatura desde  $49^\circ\text{C}$  hasta  $-24^\circ\text{C}$ .

La corriente que sale del acumulador final "Filling" se mezcla con la corriente proveniente del LPG-Ducto dando por resultado que la mezcla que entra al acumulador interpasos, FA-1101, se encuentre a  $3 \text{ Kg/cm}^2 \text{ man}$  y a  $4.6^\circ\text{C}$ .

La fase líquida del FA-1101 pasa al tanque de almacenamiento a través de la válvula LV-201 reduciéndose la presión de 4 a  $1.5 \text{ Kg/cm}^2$  y la temperatura de  $-22.1^\circ\text{C}$  vaporizándose parcialmente y mezclándose con la corriente de fondos del tanque de succión FA-1105. La corriente resultante pasa por la válvula controladora de presión PV- en donde se expande hasta la presión de operación del tanque FB-1101 (7 a 9" columna de agua y  $-33^\circ\text{C}$ ).

La fase líquida del FA-1101 pasa al compresor "Filling" GB-1201 A el cual eleva la presión a  $18 \text{ Kg/cm}^2$  y la temperatura de  $4.6^\circ\text{C}$ , y se mezcla con los vapores provenientes del compresor GB-1201 B, pasando ésta mezcla a los condensadores "Filling" EA-4402 A/B/C, los cuales condensan la corriente a  $49^\circ\text{C}$  y de ahí pasa al acumulador final "Filling" FA-1103.

La fase líquida del FA-1103 se envía al acumulador interpasos "Filling" FA-1101 pasando por la válvula de control LV-200 en la que se expande de 18 a  $4 \text{ Kg/cm}^2$  y disminuye la temperatura de 44 a  $-2.4^\circ\text{C}$ .

Durante ésta etapa del proceso (llenado) se consideran las siguientes acciones y protecciones por el sistema de control.



### **2.2.1 Acumulador Inter-pasos FA-1101.**

#### **Presión.**

Mediante el transmisor de presión PT-204 se tiene la alarma por alta presión PAH-204.

#### **Nivel.**

Mediante el transmisor de nivel LT-201 se tiene alarma por alto nivel LAH-202.

Mediante el interruptor de nivel LSH-201 se tendrá el disparo LAHH-201, el cual enviará la señal de paro al compresor "filling" GB-1201A con lo cual se evita el arrastre de líquidos a la succión del compresor y lo dañe seriamente.

### **2.2.2. Tanque De Succión FA-1105.**

#### **Nivel.**

Mediante el interruptor de nivel LSH-400 se tiene la alarma por alto nivel LAH-400.

Mediante el interruptor de nivel LSHH-400 se implementa el disparo por muy alto nivel LAHH-400 (calibrado a XX %) el cual enviará la señal de paro a los compresores "filling" GB-1201B succión de los mismos.

#### **Presión.**

Mediante el transmisor de presión PT-301 y la válvula de control PV-301 se mantiene la presión del tanque FB-1101 con los vapores del FA-1103, se controla desde el sistema mediante la válvula automática PV-200 hacia el quemador de fosa.

### **2.3 Sistema de Refrigeración "Holding".**

El vapor generado por la ganancia de calor pasa del tanque de almacenamiento, FB-1101, al tanque de succión FA-1105, y de aquí una parte pasa al compresor de refrigeración, GB-1202. En éste compresor se recibirá además una carga lateral a 4 Kg/cm<sup>2</sup> y -4.4° C. , proveniente del acumulador interetapas, HA-1101, además para descargar la mezcla a los condensadores de refrigeración, EA-4401 A/B donde se condensará y se mandará al acumulador final FA-1102 A 48° C y 17 Kg/cm<sup>2</sup>.



Del acumulador FA-1102 el líquido condensado se envía al acumulador interetapas HA-1101 a través de la válvula controladora de nivel LV-402 donde se tiene una caída de presión de 17 a 4 Kg/cm<sup>2</sup>, con un descenso en la temperatura 48 a -4.4° C.

La fase líquida del HA-1101 a 4 Kg/cm<sup>2</sup> y -4.4° C., se envía al tanque de almacenamiento FB-1101, pasando primero por el serpentín de succión del FA-1105 y posteriormente al tanque separador de aceite TH-1115, en el cual el gas saldrá con una concentración de aceite menor de 2 ppm para de aquí, pasar a la válvula de nivel, LV-401, en donde se reducirá la presión de 4 a 1.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

Durante esta etapa del proceso (refrigeración) se consideran las siguientes acciones y protecciones por el sistema de control.

### **2.3.1 Acumulador Interetapas Holding Ha-1101.**

#### **Nivel**

Mediante el transmisor de nivel LT-401 se tiene alarma por alto nivel LAH-401 calibrada al 75 %.

Mediante el interruptor de nivel LS-401 se tendrá el disparo LAHH-401 (calibrado a 45 %) el cual enviará la señal de paro a los compresores de "holding" GB-1202, con lo cual se evita el arrastre de líquidos a la succión de compresor y lo daña seriamente.

#### **Presión.**

La presión en el acumulador final "holding" FA-1102 se controla a través del sistema mediante el desfogue de la válvula.

### **2.4 Tanque De Almacenamiento FB-1101.**

El tanque de almacenamiento de LPG líquido FB-1101 está construido de un tanque interno construido en acero al carbón ASTM-A-537-1 para baja temperatura, de 43,900 mm. de diámetro y 20,725 mm. de altura con una capacidad nominal de 20,000 toneladas métricas de LPG y un tanque externo de acero al carbón A-283-C de 45,415 mm. de diámetro y 21,940 mm. de altura. El aislamiento del fondo es concreto perlítico, el del cuerpo y techo es perlita expandida y fibra de vidrio mantenidas a una presión de 1.5" columna de agua.

Las condiciones normales de operación del tanque son -31.5° C. (se puede manejar hasta -38° C, dependiendo de la composición del gas licuado) y de 7 a 9"



H<sub>2</sub>O y está equipado con varios dispositivos de seguridad que operan a diferentes niveles de presión interna en el tanque.

A continuación se detallan estos:

- a) Al aumentar la presión interna del tanque de almacenamiento a 9.5 plg. columna de agua, el interruptor de alta presión enviará la señal de alarma en el sistema de control.
- b) Cuando la presión suba hasta 10.5 plg. columna de agua, el interruptor de alta presión activa la alarma en el sistema y la válvula controladora de presión abrirá en forma automática controlando la presión interna del tanque hacia el quemador de fosa. Esto evita que las válvulas de seguridad localizadas en el domo del tanque FB-1101 alcancen a relevar a la atmósfera y pongan en alto riesgo las instalaciones.
- c) Si por alguna causa el desfogue con la PV- no fuera suficiente se tienen las válvulas de seguridad PVSV-301 y PVSV-302 localizadas en el domo del tanque las cuales relevarán hacia la atmósfera a una presión interna de 11.5" columna de agua.
- d) Como último medio de seguridad y apoyo en caso de falla de las válvulas de seguridad antes mencionadas, si la presión interna del tanque se eleva hasta 13 plg. Columna de agua, las válvulas de seguridad PVSV-303 y PVSV-304 relevarán a la atmósfera para restablecer la presión en el tanque de almacenamiento.
- e) En forma inversa al disminuir la presión en el tanque de almacenamiento hasta 5.0 plg. Columna de agua, abrirá en forma automática la válvula controladora de presión PV-301 la cual suministrará vapores de gas licuado desde el acumulador final "filling" FA-1103.
- f) Si la presión disminuye a 4.0" columna de agua, el interruptor de baja presión activará la alarma en el sistema.
- g) Si la presión interna del tanque de almacenamiento continua descendiendo y llega hasta 3.5" columna de agua, el interruptor de baja presión mandará una señal de paro a los compresores GB-1201 A/B y GB-1202.
- h) En el caso de que la presión continúe descendiendo y llegue hasta 2.5 in. H<sub>2</sub>O, el interruptor de muy baja presión SPBB-101 actuará la alarma ALPBB-101 en el sistema.



- i) Sin continua la presión interior descendiendo y llega hasta 2.5" columna de agua, el controlador PRC-303 en el sistema, dejará entrar nitrógeno al interior del tanque de almacenamiento a través de la válvula de control PV-303 para reponer la presión interna.
- j) Al llegar a 2.0 inH<sub>2</sub>O se arrancará el calentador de resistencias eléctricas y el interruptor de baja presión SPB-109, alarmará en el sistema para que se prepare el arranque manual de las bombas rompedoras de vacío.
- k) Al llegar la presión hasta 1.5" columna de agua se arrancará la protección del sistema antichoque (ANTI-BUMPING), la cual se comentará más adelante.
- l) En caso de que la presión siga bajando y se presente una condición vacío de - 1.5" columna de agua, las válvulas de seguridad PVSV-301 y PVSV-302 permitirán la admisión de aire desde el exterior hacia el interior del tanque FB-1101.

En adición a las protecciones antes mencionadas, el tanque de almacenamiento FB-1101 cuenta con la siguiente instrumentación en el sistema para su monitoreo y control:

#### 2.4.1 Espacio Anular.

El espacio anular entre los tanques interior y exterior se mantiene a una presión de 1 a 2 plg. columna de agua, arriba de la presión atmosférica prevaleciente PT-102. La válvula de control PV-305 y la válvula reguladora PV-305 dejan entrar al ánulo, nitrógeno a una presión de 1.5" columna de agua. Sobre la línea se localizan las válvulas de seguridad PSV-305/306 ajustadas a 0.875 Kg/cm<sup>2</sup> y 2.5" columna de agua respectivamente, que relevan a la atmósfera para evitar el sobrepresionamiento en el espacio anular y daños en el tanque FB-1101 en caso de presentarse una disminución en la presión interna a 1.5" columna de agua.

El espacio anular del tanque de almacenamiento está protegido contra presión por las válvulas de seguridad PV-303/305 ajustada a 2" columna de agua (presión).

#### 2.4.2 Nivel.

Mediante el transmisor de nivel LT-301 A, cuyo principio de funcionamiento es del tipo palpador, se tendrán las señales de nivel y densidad además de configurarse las alarmas por bajo nivel (5 %= 1.0 mts) y alto nivel (85 %= 17mts) así como también los disparos por alto y bajo nivel en el tanque de almacenamiento. Así mismo se cuenta con medición de nivel a base de celdas de presión diferencial (PDIT-302).



### **2.4.3 Temperatura.**

Junto con el transmisor de nivel LT-301 se tiene integrado un termómetro de resistencias que se encuentra suspendido a lo largo del tanque y cuenta con sensores en diversos niveles el cual proporciona la indicación de la temperatura promedio del producto.

Además se tendrán tres elementos de temperatura TE-301/302/303 insertados en la parte alta y baja del tanque interno que proporcionará indicación de temperatura en estos niveles.

## **2.5 Compresores de Refrigeración y Llenado.**

### **2.5.1 Sistema de Llenado.**

Los vapores generados en el tanque interpasos, FA-1101, como consecuencia de la vaporización pasan a  $4 \text{ Kg/cm}^2$  y  $4.6^\circ \text{ C}$ . al compresor GB-1201-A el cual los comprime hasta  $16 - 18 \text{ Kg/cm}^2$  y  $73.36 - 79.60^\circ \text{ C}$ .

De los vapores producidos en el tanque de almacenamiento, FB-1101, que pasan por el tanque de succión, FA-1105, una parte van al compresor GB-1201-B a  $1.033 \text{ Kg/cm}^2$  y  $-31.5^\circ \text{ C}$ . se comprimen hasta  $16 - 18 \text{ Kg/cm}^2$  y  $95.37 - 101.25^\circ \text{ C}$ .

La descarga de vapores del compresor GB-1201-B y se mandan a los condensadores de llenado EA-4402 A/B/C.

### **2.5.2 Sistema de Refrigeración.**

La otra parte de los vapores del tanque de almacenamiento FB-1101 que pasan por el FA-1105 se mandan al compresor de refrigeración GB-1202 a  $1.033 \text{ Kg/cm}^2$  y  $-31.5^\circ \text{ C}$ . Este compresor recibe, además, una carga lateral a  $4 \text{ Kg/cm}^2$  y  $-4.4^\circ \text{ C}$ . proveniente del tanque interetapas, HA-1101.

La descarga del GB-1202 a  $16 - 18 \text{ Kg/cm}^2$  y  $95.25 - 101.39$  es enviada a los condensadores de refrigeración EA-4401 - A/B.

### **2.5.3 Sistema de protección para los compresores.**

Los sistemas de compresión de la planta de almacenamiento de gas licuado II son del tipo tornillo y contempla las siguientes acciones para la protección de los equipos.



Los motores de los compresores de llenado y refrigeración son eléctricos de inducción.

Los compresores cuentan con separadores de aceite que permiten una separación de partículas menores de una micrón, que garantiza un arrastre de aceite en la corriente de LPG no mayor de 4-5 ppm.

Cuentan con un sistema que les permite variar la relación de volumen en ajuste infinito y con un control de capacidad que permite el ajuste de carga entre 100 y 10%.

Cuentan con un panel de control propio y con la capacidad para comunicarse al sistema de Control Digital en el que se muestra:

- Anunciador de prealarmas para avisar de condiciones potenciales de paro.
- Informe de causa y hora de paro.
- Reloj en tiempo real.
- Control de válvula deslizante.
- Control de capacidad.
- Almacenamiento en memoria para evitar pérdida de información en caso de falla de energía.
- Alarma y paro por alta temperatura de aceite lubricante.
- Alarma y paro por alta vibración horizontal del extremo acoplado de eje del compresor.
- Alarma y paro por alta vibración vertical del extremo acoplado del eje del compresor.
- Alarma y paro por alta presión de descarga.
- Alarma y paro por alta temperatura del gas de descarga.
- Alarma y paro por baja presión diferencial de aceite de sello.
- Alarma y paro por baja presión de succión.
- Control de la carga del motor para protección por sobreamperaje.

## 2.6 SISTEMA DE ROMPIMIENTO DE VACIO (ANTIBUMPING).

Este sistema se ha diseñado para prevenir estratificaciones de temperatura dentro del tanque que pueda repentinamente ponerlo al vacío. El sistema también compensa el vacío que pudiera generarse al estar cargando LPG a buque-tanques o cuando exista un aumento en la presión atmosférica que provoque un descenso en la presión interna del tanque.

Este consiste de una recirculación constante de LPG por medio de las bombas GA-1103/S que operaran cuando la  $\Delta T$  en el tanque criogénico FB-1101, sea igual o mayor a 4 °C ( $\Delta T \geq 4$  °C), operando el equipo principal (GA-1103) o su relevo



(GA-1103 S) lo que permita evitar o prevenir estratificaciones en el tanque criogénico FB-1101 que pudieran crear vacío en el tanque. Así mismo cuando la presión descienda hasta 4 inH<sub>2</sub>O, se hará recircular desde el fondo del tanque hasta el anillo de espreado situado en el domo del tanque 6.16 TM/Hr. (45 GPM) a través del calentador de LPG rompedor de vacío CE-1000.

La protección antibumping comenzará cuando el interruptor PSL- active la alarma PAL- a 2.0 in H<sub>2</sub>O y arrancará el calentador CE-1000 y la alarma indicará al operador que debe preparar manualmente las bombas GA-1103/S para un posible arranque del sistema de llenado y enfriando el pozo y la línea de succión con producto ya que de lo contrario la bomba sufrirá graves daños al amanecer.

Cuando se alcance una presión de 1.5 in H<sub>2</sub>O el interruptor PSL-304 activará la alarma PAL-304 y se arrancará el sistema antibumping a través de la válvula solenoide SDY-305 que abrirá la válvula PV-304 la cual debe estar equipada con interruptores limite de abertura (que tienen la función de detectar que la válvula esta abierta) y de éste modo permitir el arranque de las bombas.

## 2.7 SISTEMA DE CARGA A BARCOS

El sistema de control contempla la supervisión, desde el cuarto de control, del estado operativo (manual, automático, fuera, mantenimiento) de las bombas de carga, así como alarmas por baja presión de succión y por alta vibración.

El LPG líquido a una temperatura de -31.5° C es enviado a los muelles para carga de buque-tanques mediante las bombas de carga a barcos GA-1101- A/B/C/D con abasto de 246 TM/Hr. (1800 GPM) a una presión de succión 1.033 Kg/cm<sup>2</sup> y descargando a 16 Kg/cm<sup>2</sup>. Cuando se requiera de éste envío el operador deberá verificar que la válvula motorizada, MOV-301 se encuentre abierta y además iniciar el ambientado de las bombas y el llenado del pozo y de la línea de succión con producto. Con esto, se podrá realizar el arranque manual o mediante un selector en el sistema de control se mandará la señal a la válvula PV-306 la cual contará con un interruptor de posición y cuando se verifique que esté abierta, se podrá arrancar cualquiera de las bombas GA-1101- A/B/C/D.

El patín de medición de envío cuenta con dos medidores de flujo de tipo másico FE-500/501 los cuales mediante los transmisores FT-500/501 envían al sistema las señales asociadas de flujo, temperatura y densidad. Previo a los medidores se tienen dos filtros tipo canasta FL-110 A/B con sus transmisores de presión diferencial PDIT-500/501.



Para éste proceso de envío de LPG a barcos se implementan el disparo por muy bajo nivel en el tanque FB-1101, el cual envíe señal de paro a las bombas GA-1101 A/B/C/D a través del transmisor LT-301 A.

Previo al envío de LPG, se tiene de preenfriamiento de 2" diámetro, cuya función es enfriar la línea de carga para lo cual se toma una corriente de LPG proveniente de la descarga de las bombas rompedoras de vacío, GA-1103/S. Esta corriente es cuantificada por el medidor de flujo másico mediante el transmisor FT-301 que envía la señal de flujo al sistema de control.

## **2.8 SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO.**

El software del sistema considera para el sistema contra-incendio las siguientes acciones en caso de presentarse detección de mezclas explosivas.

### **2.8.1 DETECCION DE MEZCLAS EXPLOSIVAS.**

El sistema de detección de mezclas explosivas contará con indicación del nivel detectado por cada uno de los 66 detectores instalados en la planta. La medición se tomará en una escala del 0 al 100% y se contará con la indicación del nivel de cada una de las zonas en diferentes pantallas del sistema de control, así como la alarma sonora en cuarto de control y en las áreas respectivas.

Cuando se habilite el nivel ALTO (el sistema tiene tres niveles de alarma; 20%, 40% y 60%) de alguno o de algunos de los detectores de mezclas explosivas el sistema debe efectuar la apertura en forma automática de las válvulas del sistema contra-incendio de los puntos alarmados sin afectar las demás áreas de la terminal.

En las tablas siguientes se muestran los niveles de disparo y alarma del los detectores de mezclas explosivas para las diferentes áreas de la planta, así como también las válvulas de agua contra-incendio asociadas con cada detector. De igual manera se indican las acciones tomadas por el sistema en cada caso.

### **AREA DE MEDICION (RECIBO Y ENVIO DE LPG).**

(6) Detectores.- No actúa ninguna válvula.

### **TANQUE DE ALMACENAMIENTO TC-1.**

(11) Detectores.- No actúa ninguna válvula.



### **ACUMULADORES Y RECIPIENTES.**

(12) Detectores.- Abren las válvulas VSO-01 y VSO-02

### **CASA DE BOMBAS.**

(5) Detectores.- Abre la válvula VSO-03

### **COMPRESORES BC-300 A/B/C/D Y BC-301 A/B.**

(24) Detectores.- Abre la válvula VSO-04

### **MUELLE No. 7 CARGA A BARCOS.**

(6) Detectores.- No abre ninguna válvula.

### **CUARTO DE CONTROL Y SUBESTACION ELECTRICA.**

(2) Detectores.- No abre ninguna válvula

El arranque de actividades del área afectada será por operador desde el cuarto de control, una vez que se han restablecido las condiciones normales de operación.

### **2.8.2 DETECTORES DE HUMO.**

Los sensores se ubicarán en el cuarto de control y en el edificio administrativo, de donde enviarán su señal al sistema de control en donde se tendrá la alarma correspondiente.

### **2.8.3 RED CONTRA INCENDIO.**

El flujo para la red de agua contra-incendio será operado por válvulas de diluvio (VCF) desde el sistema de control. Las áreas que contarán con sistema automático de agua contra-incendio son las mencionadas anteriormente.

Cuando el sistema detecte la presencia de mezclas explosivas en un área determinada ordenará la apertura de la válvula de diluvio (VCF) del área en siniestro. La red de agua contra-incendio estará presurizada, cuando se abra la(s) válvula(s) del área de siniestro la presión en la red baja, al bajar la presión en la línea, el transmisor de presión ITP-305 envía su señal al sistema.

Simultáneamente habrá indicación en la pantalla por desplegados dinámicos, de las válvulas (VCF) que se encuentren en operación en el momento de emergencia.



El cierre de las válvulas (VCF) de agua contra-incendio será desde el cuarto de control y cuando el operador lo determine, una vez que se han restablecido las condiciones normales de operación.

El paro de las bombas será en orden jerárquico al cerrar las válvulas VCF de la red de agua contra-incendio. Al parar las bombas de la red de agua contra-incendio quedará nuevamente presurizada y lista para operar nuevamente.

El software del sistema debe estar diseñado de tal forma que cuando la condición de emergencia sea controlada, se emitan reportes con los siguientes datos:

- a) Área o equipo donde ocurrió el evento.
- b) Válvula que se operó.
- c) Hora de inicio y final del evento.

**NOTA:** Se debe considerar en la lógica de operación la instalación de un sistema contra-incendio (tanque de almacenamiento y bombas) a futuro, siendo éste autónomo para la planta.

#### **2.8.4 PARO DE EMERGENCIA.**

El sistema deberá contar con acción de paro de emergencia a solicitud del operador, en forma automática y manual, indicando en pantalla los pasos que se van efectuando cuando es operación automática. En el caso de operación manual el sistema le va indicando al operador los pasos a seguir.

#### **2.9 SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO.**

El sistema de enfriamiento que se tiene para el agua es una torre de enfriamiento que consiste de dos celdas con capacidad de 130 m<sup>3</sup>/hr de cada una (6000 GPM). El agua de enfriamiento tendrá una temperatura de suministro de 32° C y de retorno de 42° C.

Se cuenta con dos bombas operadas por motor eléctrico GA-1202-A/B, con una capacidad de 136° m<sup>3</sup>/hr (6,000 GPM) cada una, las cuales circulan el agua fría a través de una línea general de 10" distribuyendo el agua hacia los condensadores de Gas L.P.. a los postenfriadores de aire de instrumentos y planta, y a los enfriadores de aceite de lubricación de cada uno de los compresores de proceso retornando ésta agua a un cabezal general del 10"  $\varpi$ , nuevamente a al torre de enfriamiento EF-1201.



El sistema considera la supervisión, desde el cuarto de control, del estado operativo (manual, automático, fuera, mantenimiento) de las bombas mencionadas anteriormente así como alarmas por alta vibración y alta presión a la descarga.

El control de nivel se efectuará desde el sistema de control para el agua de repuesto a través de la válvula LV-600.

La medición del agua de repuesto (FE-600) , de suministro (FE-602) y de retorno (FE-601) se efectuará mediante placas de orificio con transmisores de flujo al sistema de control y totalización del mismo.

En el cuarto de control se tiene indicación de temperatura a la entrada de la torre, TI-601, y a la salida TI-600.

El sistema de tratamiento de agua consiste en el uso de sistemas de filtración en los bacines para remover en forma constante los sólidos que se forman o son arrastrados por el agua y concentrados en partes de menor velocidad de flujo. Estos remueven partículas = 20 micrones y deben lavarse cada vez que la  $\Delta P > 15$  psig.

Se cuenta con un sistema de tratamiento que evite la incrustación en la torre mediante la adición de  $H_2SO_4$ , que se encuentra almacenado en el tanque de ácido sulfúrico, TH-1118, el cual es dosificado para neutralizar la alcalinidad y convertir una porción de carbonato de calcio en sulfato de calcio de forma en que su concentración no debe pasar de 1200 ppm expresados como  $CaCO_3$ .

Para evitar el crecimiento de babilla y algas se cuenta con un control de crecimiento biológico mediante un tratamiento a base de un compuesto de cloro.

Mediante éste sistema de tratamiento se estará monitoreando el pH el cual deberá estar en un rango de 6.5 - 7.5.

También se cuenta con un control de corrosión utilizando un inhibidor, el cual se forma una partícula protectora en las partes metálicas de la torre.

El sistema de control para tratamiento de agua es independiente del sistema de control digital (SCD) y el control se realizará localmente con monitoreo del pH, únicamente en cuarto de control.

El agua de servicio proviene de un cabezal de 6"  $\varnothing$  que viene de un tanque de almacenamiento situado en un cerro a 100 m. de altura. Del cabezal de 6"  $\varnothing$  se deriva una tubería de 4"  $\varnothing$  que alimenta al tanque de almacenamiento de agua de servicio TA-403, situado arriba de la caja de compresores y al cárcamo de la torre



de enfriamiento. Del cabezal de 1 ½ "Ø que viene del TA-403 se derivan cinco estaciones de servicio de ¾ "Ø.

## 2.10 SISTEMA DE AIRE DE PLANTAS E INSTRUMENTOS.

El aire de planta es suministrado por el compresor de aire de planta GB-1205 con una capacidad de 161 m<sup>3</sup>/hr (100 ft<sup>3</sup>/min.) y una presión de descarga de 8 Kg/cm<sup>2</sup> (114.7 PSIA). El aire descargado es enfriado en el postenfriador EA-1121X, pasando a través del separador FA-1121X, en el cual se condensa el agua que pudiera traer y enviándolo finalmente al acumulador de aire de planta FA-1128X, de donde sale un cabezal de 1 ½ "Ø que sale a cuatro estaciones de servicio y va al límite de batería. El compresor de aire de planta arranca y para automáticamente de acuerdo a la presión mantenida en el acumulador FA-1128X.

El aire de instrumentos a 8 Kg/cm<sup>2</sup> (114.7 PSIA) es suministrado por los compresores de aire de instrumentos GB-1203/S con una capacidad de 322 m<sup>3</sup>/hr (200 ft<sup>3</sup>/min.) cada uno. El aire donde se enfría hasta 45° C y pasa a los separadores de aire de instrumentos FA-1106 y después al secador DD-1100 donde es secado a su punto de rocío de -40° C. y de aquí es mandado a su distribución mediante un cabezal común de 1 ½ "Ø.

En caso de falta del compresor de aire de planta se dispone de un arreglo que permite mandar aire de instrumentos del acumulador de aire de planta.

Se cuenta con interruptores por alta temperatura y presión a la descarga de los compresores que mandarán para los motores así como alarmas por baja presión en los tanques acumuladores que mandarán arrancar a los mismos, todos ellos con capacidad de comunicación al (SCD).

## 2.11 SISTEMA DE NITROGENO.

El nitrógeno será suministrado por la terminal de LPG II a través de una línea de 2" Ø, el cual se manda al círculo del tanque de almacenamiento regulando previamente la presión con las válvulas PV-302 y PV-305 de forma que se mantenga presionado a 1 - 2.5 in H<sub>2</sub>O.

Además en caso que exista baja presión (2.5 in H<sub>2</sub>O) se abrirá la válvula PV-303 dando paso al nitrógeno hacia el FB-1101 de manera que se restablezca la presión en el tanque interno hasta 9 in H<sub>2</sub>O pudiendo controlarse el paso del nitrógeno automáticamente desde el cuarto de control.

Esta línea, antes de la PV-303, tiene la PV-301 que hace la función de reducir la presión para evitar un incremento repentino de presión en el FB-1101.



## 2.12 SISTEMA DE DESFOGUES.

Existe un sistema de relevo para todas las zonas peligrosas de la planta consistente en cabezal de 24" Ø en la cual se descargan todos los vapores desfogados para mandarlos al tanque acumulador de desfogues, FA-1200, que cuenta con indicaciones de presión y temperatura y de armas por alto nivel de líquido. Además, mediante una placa de orificio, FE-800, se estará monitoreando la cantidad de gas desfogado hacia el quemador en donde se contará una alarma por alto flujo. Este tanque opera a 2.5 Kg/cm<sup>2</sup> (35 psia) y 63° C (145° F).

## 2.13 EMERGENCIAS

Las emergencias que puede haber en Gas L.P. a bajas temperaturas son las siguientes:

- a) Falla de Energía Eléctrica.
- b) Falla de Aire de Instrumentos.
- c) Falla de Agua de Enfriamiento.
- d) Paro de Compresores de Proceso.

A continuación se enumeran las anomalías que representa cada una de las fallas, los efectos que proceden en la operación de la planta y los movimientos que se deberán hacer para el control de la operación en las condiciones anómalas.

Cada movimiento que se describe, está supeditado a las condiciones de ese momento de temperatura, presión y niveles de la Planta, dándonos esto un tiempo determinado aprovechable para normalizar la planta en las condiciones que se encuentre sin alterar las condiciones normales del tanque criogénico (FB-1301).

### a) Falla de Energía Eléctrica.

Al fallar la corriente eléctrica tenemos las siguientes anomalías:

- No se tendrá luz eléctrica.
- Se paran todos los motores eléctricos tanto de bombas como compresores.
- Todo el sistema se queda sin acción de alarmas y disparos.

Al tener estas fallas nos ocasionará los siguientes efectos en la operación:

- Falla de aire de instrumentos.
- Alta presión en FB-1301.



- Alta presión en HA-1303 (tanque de interpasos del sistema de conservación).
- Bajo nivel en FA-1305 (en caso de falla de válvula controladora de nivel).
- Falla de agua de enfriamiento.
- Falla de turbosina de
- Falla del sistema rompedor de vacío.

### **CONTROL DE LA OPERACION**

- a) El sistema operativo de la planta en caso de suministro de energía eléctrica esta integrado por una planta de emergencia de suministro de energía eléctrica proporcionando 480 volts a los siguientes equipos:
  - Compresor del sistema de conservación GB-1302/S.
  - Bomba de agua de enfriamiento GA-1304/S o GA-1305.
- b) Controlar los niveles en Acumuladores Finales, presión en FB-1301 y FA-1304 por directo a línea general de desfogue.
- c) Poner en operación el compresor de aire de instrumentos de combustión interna GB-1300-A.

### **OPERACION DE LLENADO**

Una falla de corriente en operación de llenado: nos aumentaría las anomalías en la sección Filling, aumentando la presión en HA-1302, ya que se pararían los acumuladores de llenado y el nivel del acumulador final de Filling (FA-1304).

En éste caso al momento de la falla, suspender de inmediato el bombeo de gas licuado parando las bombas BA-1002 BIC/DIE. Depresionar en seguida el HA-1302 a la línea de desfogue y controlar el nivel del FA-1304.

### **DESCARGA DE BUQUETANQUE**

Durante la operación de descarga de Buque-tanque a falla de energía eléctrica mostrada en la estación maestra deberán realizarse las siguientes actividades:

- a) Deberá suspenderse la descarga del Buque-Tanque para proteger al el tanque criogénico FB-1301 evitando un aumento de presión en el mismo, simultáneamente deberá cerrar la válvula controladora de presión VCP-1006, la cual cierra a falla de aire, deberá entrar la planta de emergencia para restablecer la energía eléctrica proporcionando suministro a los siguientes equipos:



- Bomba de agua de enfriamiento GA-1304/S ó GA-1305.
- Bomba rompedora de vacío GA-1308/S
- Abanico de la torre de enfriamiento EF-1301.
- Compresor de aire de planta GB-1305.
- Centro de carga en 480 volts tres fases el cual comprende:

- \* Alumbrado de llenaderas de autostanque
- \* Transformador de instrumentos 5 KVA
- \* Transformador de alumbrado y servicios 25 KVA

Al fallar el aire de instrumentos, tenemos las siguientes anomalías:

a) Cerrarán las válvulas controladoras de nivel de tanques y acumuladores, por lo tanto, tendremos niveles altos en acumuladores finales y posiblemente en tanques de interpasos (si se pasan las válvulas de control).

b) Aumentará la presión de todo el sistema.

c) No habrá flujo de vapor.

d) No habrá flujo de turbosina.

Al tener estas fallas, nos ocasionarán los siguientes efectos de la operación.

a) Como las succiones del sistema rompedor vacío y llenado quedan cerradas, no se podrá llenar esferas ni circular propano, para evitar vacío en FB-1301.

b) No se podrá circular turbosina en todo el sistema (ya que las válvulas de control de turbosina se cierran)

c) No habrá calentamiento de turbosina ya que la válvula controladora del vapor se cierra.

d) Al botarse el compresor, la presión del FB-1301 se incrementa.

e) Al aumentar los niveles y la presión en los acumuladores finales (FA-1304 y FA-1305), abrirán las válvulas de control de presión hacia la línea general de desfogue de alta presión (VCP-1012 y VCP-1100).



### **b) Falla de Aire de Instrumentos.**

Al fallar el aire de instrumentos, tenemos las siguientes anomalías:

- Cerrarán las válvulas controladoras de nivel de tanques y acumuladores. Por lo tanto tendremos niveles altos en acumuladores finales y posiblemente en tanque de interpasos (si se pasan las válvulas de control).
- Aumentará la presión de todo el sistema.
- No habrá flujo de vapor.
- No habrá flujo de turbosina.
- Se cerrarán las válvulas de succión.

Del sistema rompedor de vacío y llenado de esferas

Al tener estas fallas, nos ocasionarán los siguientes efectos de la operación.

- a) Como las succiones del sistema rompedor de vacío y llenado quedan cerradas no se podrán llenar esferas ni circular propano para vacío en FB-1301.
- b) No se podrá circular turbosina en todo el sistema (ya que las válvulas de control de turbosina se cierran).
- c) No habrá calentamiento de tubosina ya que la válvula del vapor se cierra.
- d) Al botarse el compresor la presión del FB-1301 se incrementa.
- e) Al aumentar los niveles y la presión en los acumuladores finales (FA-1304) y FA-1305) abrirán las válvulas de control de presión hacia la línea general de desfogue de alta presión (VCP-1012 y VCP-1100).

### **CONTROL DE LA OPERACION**

La falla de aire de instrumentos, es debido al paro o disparo del compresor de aire de instrumentos, en estos casos reponer nuevamente la operación del compresor (GB-1300) o el compresor (GB-1300-A motor de combustión interna) simultáneamente a esto, se harán los siguientes movimientos:

- a) Controlar nivel en HA-1302 y FA-1304 con directo hacia FB-1301.



- b) Checar la presión de FB-1301.
- c) Controlar la presión en FA-1304 con el directo a la línea general de desfogue.
- d) Controlar los niveles en HA-1303 y FA-1305, con el directo hacia FB-1301 cuidando la presión en HA-1303; si es necesario abrir el directo a la red general de desfogue de alta presión.

**NOTA:** Estos movimientos deben hacerse simultáneamente; entrando en operación el compresor se normalizará nuevamente todo.

### c) FALLA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO

Al fallar el agua de enfriamiento, se tendrán las siguientes fallas:

- a) No habrá condensación de vapores de Gas L.P. en EA-1301 y EA-1302.
- b) No se tendrá enfriamiento para compresores de aire.
- c) No se tendrá enfriamiento para el aceite de lubricación de los compresores de proceso.

Los efectos que producen estas fallas son:

- a) Aumento de presión en FA-1304 y FA-1305.
- b) Llegarán vapores de Gas L.P. a HA-1303, aumentando la presión en éste.
- c) En tanques y acumuladores bajarán los niveles si falla alguna válvula de control en éstas condiciones.
- d) En los compresores de aire, al no tener agua de enfriamiento; se calentará el aire a la salida del compresor, disparando el compresor por alta temperatura en su descarga.
- e) Al no enfriarse el aceite de lubricación de los compresores de proceso, se disparará el compresor por alta temperatura en el aceite de lubricación.



## **CONTROL DE LA OPERACION EN ESTOS CASOS**

- a) Suspender recibo de buque-tanque, si existe esta condición.
- b) Deberá entrar en operación la planta de emergencia, suministrando energía eléctrica a la bomba de agua GA-1304.
- d) Falla de Compresores de Proceso.**

Al tener falla de compresores los efectos que se producen sería una alta presión en FB-1301 ocasionando problemas en HA-1303 ya que podría perder nivel y aumentar la presión.

- a) Para controlar este aumento de presión se abrirá el directo al quemador para bajar la presión al FB-1301.
- b) Deberá entrar en operación la planta de emergencia para operar un compresor del sistema de conservación.
- c) Simultáneamente deberá arrancarse una bomba de agua de enfriamiento GA-1304/S ó GA-1305.

En el sistema de control a través de la estación maestra debe tener la opción de enviar al estado de mantenimiento cualquier instrumento o equipo, a fin de que estos no interfieran en la lógica de operación cuando estén en mantenimiento.

El sistema de control en la estación maestra debe mostrar las tendencias actuales e históricas de todas las variables de señales analógicas.

El operador del sistema de control debe tener la opción de realizar manualmente desde la estación maestra, la apertura/cierre y control de todas las válvulas integradas al sistema de control, así como arrancar o parar todas las bombas integradas al sistema de control.



### III. REQUERIMIENTOS GENERALES DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.

El objetivo del presente capítulo es indicar los requerimientos generales del Sistema de Control Distribuido, que se instalara en la Terminal de almacenamiento y distribución en Salina Cruz Oaxaca. Este sistema será de última tecnología, y tendrá como función principal realizar el control, monitoreo, y protección de las diferentes áreas operativas que componen la terminal.

Este sistema tendrá comunicación y enviara sus señales en forma independiente a través de su propia unidad de procesamiento remoto (UPR) localizada en campo, la cual a su vez tendrán comunicación con un switch localizado en el cuarto principal de control de la terminal, donde se realizara el monitoreo y control de las señales del sistema.

Los avances tecnológicos han permitido a los fabricantes el desarrollo de sistemas digitales de control (SDC) de alta confiabilidad e interoperabilidad apegados a normas y estándares internacionales; los cuales tienen el objetivo de satisfacer las necesidades tecnológicas y ser fácilmente escalables.

Por tal motivo, esta especificación del sistema digital de control (SDC) de la terminal esta enfocada a adquirir un (SDC) funcional basado en las tendencias tecnológicas de punta, normas y estándares; así como, en la flexibilidad de integración con otros sistemas digitales de control y en su funcionalidad operacional, para obtener la protección tanto del personal como del medio ambiente, instrumentación y equipos existentes.

#### 3.1 ALCANCE.

Dentro de los requerimientos será responsabilidad de la contratista ( quien suministrara el sistema) cumplir en su ingeniería con: el diseño, fabricación, suministro, cableado, interconexión, programación, configuración, integración, servicio, pruebas, entrenamiento, puesta en operación, instalación, montaje, transporte, almacenamiento y documentación, para el sistema digital de control (SDC) y la instrumentación y accesorios para integrarse al sistema de paro de emergencia de la terminal, y así garantizar la protección del personal, medio ambiente e instalaciones.

Cualquier omisión en estos requerimientos no libera a la contratista de su responsabilidad para entregar el sistema instalado, completo y operando correctamente a satisfacción de PEMEX.

Esta especificación deberá regir en caso de cualquier conflicto de aplicación e interpretación del sistema (SDC). El supervisor deberá ser notificado por escrito para la resolución de cualquier inconsistencia en la aplicación de esta especificación.



La contratista deberá cotizar y especificar todos los equipos, instrumentos, válvulas accesorios y materiales (Hardware y Software) de acuerdo a esta especificación. Tomando como base la arquitectura propuesta del sistema.

La contratista deberá proporcionar toda la documentación técnica necesaria, en forma original y completa, para respaldar el sistema digital de control (SDC) propuesto. Anexando la siguiente información como mínimo para considerar y evaluar sus propuestas:

- A) Tabla de referencias de catálogos y lista de materiales, indicando las referencias para cada uno de los incisos de esta especificación.
- B) Descripción detallada por escrito y en forma de tabla, del cumplimiento y/o desviaciones de cada uno de los incisos de la especificación.
- C) Descripción funcional del Software, incluyendo una descripción detallada del modo de operación normal, modo de operación de respaldo y diagnóstico.
- D) Lista de partes y equipo que conforma el (SDC) que incluya la descripción, marca, modelo, características específicas, cantidad, dimensiones y peso de cada uno de los equipos, accesorios y materiales que se incluyen en su oferta.
- E) Diagramas de la o las arquitecturas y topologías, en las que se muestren todos los componentes del sistema de control cotizado, con la descripción que indiquen las funciones a ejecutarse en cada componente, así como también indicar en donde se aplican las licencias de Software cotizado.
- F) Dibujos con dimensiones y arreglo del gabinete, así como su distribución de acuerdo a las dimensiones propias del equipo.
- G) Dibujos en donde se muestre el arreglo de tablillas, tarjetas y accesorios requeridos por los equipos.
- H) Memoria de cálculo de los equipos a suministrar.

El sistema deberá ser diseñado y cotizado considerando el suministro en todos sus componentes (Hardware) y programación/configuración (Software) con una reserva (spare) de un 25% de la capacidad instalada así como, aceptar ampliaciones futuras no cotizadas con un mínimo de modificaciones en Hardware y Software.

Es responsabilidad de la contratista suministrar todo el Hardware y Software suficiente y de última tecnología probada para el manejo y acondicionamiento de datos en sitio.

La contratista deberá canalizar todas las señales de la instrumentación de campo y de los controladores lógicos programables a cada unidad de procesamiento remoto (UPR), las cuales a su vez tendrán comunicación a un switch, localizado en el cuarto principal de control donde se llevara a cabo el monitoreo de todas las señales del sistema (SDC).

Proporcionar (sin importar alguna omisión de detalle en esta especificación) toda la instrumentación y accesorios necesarios de los equipos paquete de acuerdo a la información del mismo, de tal forma que el sistema este completo y opere de una manera satisfactoria.



Todas las propuestas sin excepción y como requisito indispensable, deberán estar soportadas con la información técnica original y completa del fabricante.

La contratista deberá proporcionar todas las facilidades necesarias (teléfono, servicio secretarial, fax, etc.) al personal de PEMEX durante la estancia en sus instalaciones sin costo adicional.

Los servicios, inspección, pruebas, embarque, puesta en operación, entrenamiento de personal (cursos), servicios de mantenimiento, partes de repuesto, cotización, serán detallados en la especificación general de servicios de los diferentes sistemas que conforman la terminal.

### **3.2 REQUERIMIENTOS TECNICOS ESPECIFICOS.**

#### **3.2.1 GENERALIDADES.**

La contratista deberá presentar como parte básica de su cotización, un programa de trabajo detallando todas las actividades necesarias para la integración, configuración, instalación, pruebas, capacitación y puesta en marcha del sistema de control, indicando el lugar que ocupa en el programa de trabajo propuesto.

La contratista deberá utilizar sus programas y procedimientos estándares de aseguramiento de calidad para la realización de las actividades vinculadas para la fabricación de este tipo de sistemas, los cuales deberán estar apegados a las normas ISO-9000.

Todo el sistema digital de control (SDC) deberá tener protección con barreras de seguridad intrínseca (tipo aislador galvanico) tanto para señales de bajo voltaje (instrumentos), como para señales de alto voltaje (motores 110/120 vca). Estas serán alojadas en el gabinete de la unidad de control.

El sistema de control (SDC) deberá suministrarse con el Software necesario para el control eficiente de cada área de la terminal, ya que el sistema tendrá la flexibilidad de comunicarse con el cuarto de control principal de la terminal, por lo tanto deberá suministrar la interfase (el nodo) para interconectarse a una red ethernet tolerante a falla 10base-t.

#### **3.2.2 DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA.**

La contratista deberá proporcionar la disponibilidad calculada por escrito para cada uno de los equipos que conforman el sistema digital de control (SDC) y garantizar por escrito el tiempo medio entre fallas (MTBF) y tiempo medio para reparación (MTTR), sin incluir el tiempo de transporte al sitio donde ocurrió la falla.



### 3.2.3 CONFIABILIDAD DEL SISTEMA.

Todas las tarjetas de entrada/salida, comunicaciones, etc., podrán ser reemplazadas en operación, de tal forma que si una tarjeta falla el reemplazo subsecuente no afecte la operación del sistema. Así mismo, deberá estar diseñado de tal forma que se le pueda dar mantenimiento en línea sin afectar la operación total del sistema.

El sistema (SDC) deberá garantizar una confiabilidad del 99.9%. Además deberá contar con autodiagnóstico para cada uno de los elementos que lo integran, al presentarse una falla, esta será desplegada y registrada en la interfase con el usuario ubicada en el cuarto de control, además de conservar su último estado en las señales de entrada/salida.

En caso de falla total de la interfase con el usuario, la unidad de control deberá ser capaz de continuar con el control sin que se vea afectada la operación de terminal.

El equipo eléctrico y electrónico deberá operar satisfactoriamente, tanto en forma independiente como en conjunto con cualquier otro equipo que este situado a su alrededor, sin que se vea afectado por interferencias electromagnéticas producidas por fuentes externas; también, se requiere que no sea en si mismo una fuente de interferencias la cual pueda afectar la operación de otros equipos.

### 3.2.4 REDUNDANCIA.

El sistema de control, deberá ser suministrado con una redundancia que garantice la confiabilidad del 99.9%. Se considerara como mínimo redundancia en sus elementos críticos como:

- canales de comunicación.
- fuentes de alimentación.
- unidades de procesamiento.

La contratista deberá indicar en su propuesta sus recomendaciones de redundancia adicionales.

En todos los niveles de redundancia solicitada, la transferencia debe de ser automática sin alterar o degradar la calidad de funcionalidad y operación de los dispositivos restantes y se deberá alertar al operador a través de la interfase con el usuario.

### 3.2.5 ARQUITECTURA.

Este concepto especifica los componentes del sistema, la arquitectura del sistema debe tener la característica de distribuir geográficamente y/o funcionalmente todos sus componentes, de manera que satisfaga la filosofía de operación y la estrategia de control y los requerimientos de seguridad de los procesos en la terminal, además de permitir futuras expansiones y/o modificaciones.



Estos dispositivos deben basarse en el uso de microprocesadores, de acuerdo a las características mínimas indicadas en cada uno de los grupos funcionales.

El diseño del sistema debe ser de arquitectura abierta, de acuerdo al modelo OSI (open system interconexión), de la ISO (international standard organización), considerando los conceptos de portabilidad, y el de interoperabilidad, debido a que se debe realizar adquisición y transmisión de datos de control en tiempo real y funciones secuenciales de protección de las instalaciones, que define este modelo de red por niveles.

Para cumplir con los objetivos de automatización por medio de un sistema de control distribuido, se requiere usar sistemas digitales de monitoreo y control con dos beneficios primarios la portabilidad y la interoperabilidad.

La portabilidad permite a los desarrolladores de sistemas migrar fácilmente a las aplicaciones de una plataforma de cómputo a muchas otras plataformas, lo cual era difícil de lograr anteriormente porque requería de mucho tiempo, la portabilidad de aplicaciones es análoga a permitir que una videocinta pueda verse en cualquier tipo de grabadora, ya sea una VHS, una super VHS o una Beta.

La interoperabilidad, es el otro beneficio clave de los sistemas abiertos, significa que los datos de un sistema pueda compartirse en forma transparente con otros sistemas. Se puede comparar con la capacidad de poder combinar la salida de una videograbadora, una videocámara y un sistema estereofónico, de diferentes proveedores, para producir una película, con todos los componentes funcionando armónicamente.

El sistema digital de control (SDC) debe cumplir con lo indicado en la arquitectura conceptual, estará constituido por una unidad de procesamiento remoto (UPR), y un controlador lógico programable (PLC). Tanto la UPR como el PLC estarán constituidos pero no limitados en: CPU, fuente de alimentación, interfases de comunicación y tarjetas de entrada/salida para operación. Así como también la instrumentación, válvulas y el o los gabinetes para alojar el equipo.

Todo el sistema de control (SDC) estará localizado en campo. La UPR, PLC y las barreras de seguridad intrínseca estarán dentro de un gabinete que tenga las dimensiones necesarias tales que permitan alojar el equipo.

Las unidades de procesamiento remoto (UPR) deberán ser autosuficientes en desempeño y deberán desarrollar por lo menos las funciones de control de proceso y servicios, esto incluye también a una secuencia de paro que se integrara a un sistema de paro de emergencia integral.

Sistema deberá tener la capacidad de comunicarse a un switch localizado en el cuarto principal de control, a través de un bus de datos tolerante a falla ethernet TCP/IP, donde se llevara a cabo el monitoreo y control de las señales del proceso de almacenamiento y distribución.



## **ARQUITECTURAS O ESTRUCTURAS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL.**

La forma en que las unidades de control de proceso, los canales de comunicación y periféricos del sistema, estén interconectadas, será el tipo de arquitectura o estructura del sistema. Las arquitecturas o estructuras más comunes son las siguientes.

**LA ARQUITECTURA O ESTRUCTURA LINEAL:** También llamada "multidrop", es una estructura de propósitos generales, en la cual se transmite la información a través del canal y cualquiera de las unidades de control de proceso, puede tomar el o los mensajes que le correspondan.

**LA ARQUITECTURA O ESTRUCTURA TIPO ANILLO:** Consiste en enviar toda la información a una de las unidades de control de proceso, ésta recibe todos los mensajes y toma los que le conciernen y el resto de los mensajes los envía a la siguiente unidad de control de proceso.

**LA ARQUITECTURA O ESTRUCTURA TIPO ESTRELLA:** Designa una unidad de de control de proceso como coordinador central para la comunicación entre las diferentes unidades control de proceso y los periféricos dependen de un coordinador central. Esta estructura frecuentemente es utilizada en los sistemas SCADA.

**LA ARQUITECTURA O ESTRUCTURA TIPO ÁRBOL:** Es utilizada frecuentemente cuando es necesario una jerarquía de funciones. Esta se puede ampliar cuando se requiere enviar el estado del proceso (cantidad de materia prima, productos finales, productos intermedios, etc.) a un nivel Directivo o Gerencial.

**LA ARQUITECTURA O ESTRUCTURA TIPO NETWORK:** es una combinación de las estructuras anteriores.

Para determinar el tipo de estructura es necesario considerar las necesidades del proceso y las futuras ampliaciones del mismo, así como la confiabilidad de la comunicación.

## **ARQUITECTURA O ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE CONTROL.**

La arquitectura o estructura del sistema de control deberá ser tipo árbol, debido a que será necesario una jerarquía de funciones.

Esta se aplica cuando se requiere enviar el estado del proceso (cantidad de materia prima, productos finales, productos intermedios, etc.) A un nivel directivo o Gerencial.

La arquitectura contemplada en el plan integral de Automatización estará constituida por niveles establecidos de la siguiente manera:



- a) El primero será integrado por transmisores y controladores, cuya función será transmitir el valor de las variables controlada y cuando así se requiere el gobierno local del lazo de control. Su comunicación se realizará mediante el protocolo Hart.
- b) La segundo, estará constituido por Unidades Proceso Remota (UPR) la cual tiene la capacidad de configurarse para realizar control lógico secuencial, algoritmos de control ( PID, relación cascada, selectivo, etc.) Control en tiempo real, generación de tendencia, almacenamiento de datos históricos, con redundancia en sus elementos críticos y funciones especiales como: El algoritmo de control del proceso, la integración de las mediciones y enlace de la comunicación a través de una red de información de alta velocidad por medio del protocolo MODBUS.
- c) El tercer nivel constituido por una consola de operación, la cual tiene la capacidad de programarse para realizar el control lógico secuencial, generación de gráficos, tendencias, almacenar datos históricos y funcionales especiales, así mismo será el enlace que permita al operador monitorear en tiempo real el proceso y en caso necesario aplicar comandos para eliminar el desvío del mismo.
- d) Estación maestra (4 y 5 nivel ) tiene la capacidad de desarrollar las funciones de la submaestra y funciones de control avanzado y gerencial. Sus funciones se modificarán conforme avance el Plan Integral y se adecuaran de acuerdo a esta evolución. La unidad maestra soportará una red de computadoras personales que servirán de enlace al personal usuario en tiempo real con el proceso. Dentro del sistema de Control Gerencial se requiere el uso de una computadora Huésped, cuya función será planear las actividades de producción y relacionar las funciones administrativas con los sistemas de control de proceso. La unidad maestra, la red de computadoras personales y las computadoras Huésped estarán enlazadas a través del protocolo ETHERNET.

El sistema deberá contar con redundancia en sus elementos críticos, tales como: unidad de control, fuentes de alimentación, canales de comunicación, etc. Los sistemas de control de arquitectura abierta constan físicamente de unidades de procesamiento remoto, canales de comunicación y consolas de operación.

### 3.2.7 EXPERIENCIA.

La contratista deberá documentar en la cotización su experiencia comprobable mínimo de 5 años en la configuración, instalación, pruebas y puesta en marcha de sistemas similares, indicando lugar, fecha, software utilizado y servicios proporcionados, en instalaciones de plantas de almacenamiento y distribución de gas L.P. Ya sea en costa afuera o en tierra.



### 3.3 HARDWARE

#### 3.3.1 GENERALIDADES

La contratista es responsable de entregar todo el Hardware configurado, instalado, probado y de realizar la interconexión entre los sistemas de control y la instrumentación de campo, incluyendo periféricos.

La contratista proporcionara todo el material, accesorios y tarjetas necesarias para enlazar las señales de campo, hacia la unidad de procesamiento remoto (UPR); también deberá poder enlazarse esta, mediante una red tipo ethernet tolerante a falla 10base-t, utilizando un bus de datos TCP/IP para comunicarse con el cuarto de control principal de la TERMINAL.

La contratista deberá indicar en su propuesta las recomendaciones de redundancia en todas las funciones del sistema de control.

La contratista deberá suministrar todo el Hardware con protección para ambiente marino, considerando las condiciones climatologicas siguientes:

Temperatura máxima: 50°C

Humedad relativa: 100%

Los principales elementos que conforman el sistema de control distribuido están constituidos por los siguientes componentes:

#### 3.3.2 UNIDADES DE PROCESAMIENTO REMOTO.

Será el medio a través del cual serán acondicionadas, manipuladas, controladas, recibidas, transmitidas e integradas las señales de la instrumentación de campo de la terminal de gas. Estas señales se integraran hacia el switch para el control, operación y monitoreo desde las estaciones de operación/configuración en el cuarto principal de control de la terminal.

Esta unidad deberá considerar el control de los siguientes sistemas de acuerdo a la arquitectura:

- Control del proceso de la terminal.
- Permisivos de control de arranque/paro del equipo motriz (bombas).
- Control del sistema de recibo y medición
- Control del sistema de almacenamiento.
- Control del sistema de llenado y refrigeración.
- Control del sistema de compresión.



La contratista deberá proponer los componentes de cada unidad de procesamiento remoto; así como de los controladores lógicos programables, considerando como base lo siguiente:

- Unidad de procesamiento remoto (UPR) y controlador lógico programable (PLC).
  - A) Microprocesador digital.
  - B) Módulos de entrada y salida analógicas y digitales.
  - C) Fuente de alimentación.
  - D) Módulos de comunicaciones.

Para cotizar las UPR'S y los PLC'S de equipo de proceso, la contratista deberá tomar los siguientes requerimientos.

- Las UPR'S deberán estar basadas en microprocesadores 64 bits, su equivalente o superior con una frecuencia de reloj de 64 mhz como mínimo.
- Los PLC'S deberán estar basados en microprocesadores de 16 bits con una frecuencia de reloj de 12 mhz.
- La UPR y los PLC'S de equipo de proceso deberán ser capaces de ejecutar calculo de punto flotante.
- Deberán contar con entradas/salidas analógicas y entradas/salidas digitales, adecuadas, suficientes y capaces para recibir las señales de la instrumentación de campo, equipo motriz y equipo de proceso.
- También deberá considerar la protección con barreras de seguridad intrínseca (tipo aislador galvánico).

### 3.3.3 MODULOS DE ENTRADA/SALIDA.

Las tarjetas de entrada y salida analógicas deberán contar con lo siguiente:

- Circuitos de protección para valores fuera de rango.
- Relación de rechazo en modo normal a una frecuencia de 60 hz. será por lo menos de 60 db.
- Relación de rechazo en modo común a una frecuencia de 0 a 60 hz. será por lo menos de 120 db.
- Fusibles individuales.

Las tarjetas de entrada y salida digital deberán ser acopladas óptimamente utilizando un adecuado sistema de filtrado para evitar distorsión de las señales de entrada.

Las tarjetas de entrada y salida digital deberán contar con un contacto normalmente abierto/cerrado (n.a. o n.c.), los cuales deberán ser configurables.

Los módulos de entrada/salida analógicas se ubicaran en chasis independientes de las entradas/salidas digitales. Los cuales se ubicaran en el mismo gabinete de la UPR.



La contratista es responsable de determinar el tipo y cantidad de módulos (también deberá tomar en cuenta las señales del equipo de recuperación de gases ácidos), considerando como base las siguientes características:

**MODULOS DE ENTRADA ANALOGICA (2 HILOS)**

A) RANGO:	4-20 mA./24 VCD.
B) RESOLUCION	MINIMO 12 BITS DE DATO EFECTIVO.
C) No. DE ENTRADAS POR TARJETA O MODULO.	8 MAXIMO.
A) TIPO DE RTD:	PLATINO 100 OHMS. 3 HILOS CON COMPENSACION DE LAZO.
B) RESOLUCION:	MINIMO 16 BITS DE DATO EFECTIVO
C) No. DE ENTRADAS POR TARJETA O MODULO.	8 MAXIMO.

**MODULO ENTRADA TERMOPAR**

A) TIPO	K.
B) RESOLUCION:	MINIMO 15 BITS + SIGNO.
C) EXACTITUD:	0.1 % DEL RANGO MAXIMO.
D) COMPENSACION DE JUNTA FRIA	REQUERIDA

**MODULO SALIDA ANALOGICA (2 HILOS)**

A) RANGO:	4-20 mA.
B) RESOLUCION:	14 BITS MINIMO.
C) No. DE SALIDAS POR TARJETA O MODULO:	8 MAXIMO

**MODULO ENTRADA DIGITAL.**

A) RANGO:	24 VCD
B) TIPO DE AISLAMIENTO:	OPTICO.
C) RETARDO MAXIMO DE RESPUESTA	2 mS/CANAL.
D) No. DE ENTRADAS POR TARJETA O MODULO.	8 MINIMO.

**MODULO SALIDA DIGITAL.****TIPO ESTADO SÓLIDO.**

A) RANGO:	24 VCD
B) TIPO DE AISLAMIENTO:	OPTICO.
C) RETARDO MAXIMO DE RESPUESTA:	2 mS/CANAL.
D) No. DE SALIDAS POR TARJETA O MODULO:	8 MINIMO.
E) CAPACIDAD DE SALIDA:	1 AMP.



TIPO CONTACTO SECO.

A) RANGO:	120 VCA.
B) TIPO DE AISLAMIENTO:	OPTICO.
C) No. DE SALIDAS POR TARJETA O MODULO:	8 MINIMO.
D) CAPACIDAD DE SALIDA:	2 AMP.

### 3.3.4 MODULO DE COMUNICACION

Las UPR'S y PLC'S deberán de contar con las tarjetas, accesorios, materiales y configuración necesaria para recibir y/o transmitir informacion de acuerdo a lo siguiente:

Comunicación entre la UPR y el PLC'S será por medio del protocolo modbus ultima versión.

Comunicación entre la unidad de procesamiento remoto (UPR) y el switch a través de un bus tolerante a fallas tipo ethernet tcp/ip 10base-t.

Comunicación entre la unidad de procesamiento remoto (UPR) y la unidad de prueba portátil (lap-top) mediante un puerto RS-232.

Comunicación con la instrumentación electrónica inteligente y la UPR deberá ser bajo protocolo HART (fácilmente escalable a fieldbus).

### 3.3.5 MEMORIA DE LAS UNIDADES DE PROCESAMIENTO DE PROCESO.

La memoria a utilizar en las UPR'S y de los PLC'S podrá ser del tipo EEPROM y/o RAM, capaz de soportar los datos de configuración, programación y autodiagnóstico del sistema.

Si se suministra memoria Ram esta deberá contar con respaldo de batería que deberá poder ser remplazada sin afectar la operación de las unidades de control local y PLC'S.

La condición de batería baja se detectara generando una alarma hacia las estaciones de operación / configuración de proceso ubicadas en el cuarto principal de control de la terminal.

La contratista deberá indicar la capacidad de memoria utilizada con su respectiva memoria de cálculo para poder cumplir satisfactoriamente con la capacidad de procesamiento requerida.



### 3.4 SISTEMA DE PARO DE EMERGENCIA.

Con el fin de proteger la integridad física tanto de las instalaciones, como del personal operativo y del entorno ecológico, es necesario contar con un sistema de paro de emergencia integral de toda la terminal. Además de ser un requerimiento para la certificación de la misma.

El sistema de paro de emergencia tendrá como objetivo cortar y seccionar de manera segura y controlada las áreas de la terminal.

El sistema se debe suministrar con su matriz para paro de emergencia (la cantidad de señales a involucrar en la matriz de paro será de un 30 % mínimo del total de las señales de proceso), así como también el suministro e instalación de la instrumentación necesaria para incorporar todas las variables involucradas en la matriz, al sistema de paro de emergencia integral

Las acciones definidas en la matriz, deben realizarse en el sistema de paro de emergencia integral.

Toda la instrumentación que se suministre deberá ser independiente a la de proceso y adicional a otros sistemas de seguridad.

El cableado e interconexión de la instrumentación para el paro de emergencia de este paquete es responsabilidad de quien suministre el Sistema de paro de emergencia integral.

### 3.5. GABINETES PARA LOS SISTEMAS DE CONTROL.

Será diseñado y fabricado de acuerdo a los requerimientos propios del equipo, se localizara en campo debiendo cumplir con las siguientes especificaciones:

CLASIFICACIÓN	– NEMA 4X, CON BARRERAS DE SEGURIDAD INTRINSECA TIPO AISLADOR GALVANICO.
CALIBRE DE LAMINA	– MINIMO 12
MATERIAL	– ACERO INOXIDABLE 304
ACCESO FRONTAL Y POSTERIOR	– PUERTA ABATIBLE CON BISAGRA OCULTA Y SISTEMA DE CIERRE CON MANIJA Y LLAVE.
ACCESORIOS	– ANCLAJE AL PISO PREPARADO PARA SOPORTE EN – REJILLA O PLANCHA DE LÁMINA. – OREJAS PARA IZAJE DESMONTABLES. – BARRA DE COBRE AISLADA PARA TIERRA DE INSTRUMENTOS. – RIELES Y RACKS PARA ACCESO DE EQUIPO.



Se deberá considerar la inyección de aire a este gabinete de acuerdo a la ISA-s12.4 y a NFPA, por lo que la contratista deberá presentar su diseño considerando que la toma de aire será del cabezal de aire de instrumentos, a 120 psig. lo anterior con el fin de garantizar la operación en áreas clase 1, división 1, grupo d.

El alambrado de la instrumentación de campo hasta el gabinete de la UPR se realizara utilizando tubería conduit de aluminio libre de cobre recubierta de pvc con internos de uretano; considerando la separación de conductores que se utilizan para diferentes voltajes; así como, la separación adecuada de superficies calientes.

Cuando los conductores tengan que atravesar partes metálicas los bordes de la perforación deberán estar protegidos con material aislante.

Las tablillas de interconexión deben ser del tipo "punto de conexión por presión", las cuales utilizan muelle de acero recubierto de cromo-níquel para la fijación mecánica de los conductores, esto a su vez deben tener terminales de férula corrugada con aislamiento. Todas las tablillas y terminales deben ser correctamente identificadas. Se debe considerar 25% adicional en tablillas para conexiones futuras (spare).

La identificación de entradas/salidas, bornes, cables y conductores será por medio de rotulación realizada en sistemas de computo a través de marcadores tipo regleta para bornes y cables y manguitos de sujeción para conductores.

La identificación de equipo será a través de placas metálicas grabadas, sujetas por remaches.

### **3.6. SOFTWARE.**

#### **3.6.1 UNIDADES DE CONTROL DE PROCESO.**

La programación/configuración y cambios en los parámetros de esta unidad se deberán de realizar localmente y desde las estaciones de operación/configuración localizadas en el cuarto de control principal de la terminal, mediante un lenguaje de fácil operación y entendimiento apegado al estándar IEC-1131-3. Cualquier cambio de la programación/configuración que se realice desde las estaciones debe actualizarse automáticamente en las UPR'S y en los PLC'S.

La contratista es responsable del diseño, desarrollo e implementación de todos los algoritmos, secuencias, lazos de control y toda la programación necesaria para un correcto monitoreo, control y operación, considerando que todos los componentes de esta unidad operaran en forma conjunta para lograr la optima operación de la terminal, considerando las siguientes funciones básicas:



- Ejecutar control en tiempo real.
- algoritmos para ejecutar control pid, cascada, relacional, etc.
- Ejecutar programas de autoentonamiento de lazos de control. Explicando claramente el método utilizado.
- Ejecutar funciones de control lógico y secuencial.
- Ejecutar autodiagnóstico en cada uno de sus componentes, reportando estados de alarma y error .
- Transmisión/recepción de información de/a la consola de operación del cuarto de control.
- Totalización de señales que originan un paro de emergencia, para enviarlas hacia la unidad de seguridad y paro de emergencia integral de la terminal.
- Transmisión/recepción de información hacia los transmisores tipo inteligente, utilizando el protocolo hart escalable a fieldbus.
- Para la instrumentación inteligente se deberá considerar la detección de falla para las condiciones fuera de rango de la señal de 4-20 ma.
- Secuencia de venteo, purga y presurización.
- Control del lavado en línea.
- Control del centro de control de motores.

La contratista deberá proporcionar la función de transferencia de cada algoritmo, indicando claramente rango, resolución y la función que desempeña cada una de las constantes y variables involucradas.

Así como también será responsabilidad de la contratista diseñar e incluir la secuencia y acciones de paro por proceso para la terminal de gas, estas acciones se deben de realizar en la unidad de procesamiento remoto (UPR), la cual debe tener la capacidad necesaria en software, siendo su responsabilidad de suministrar también el estudio de la secuencia y acciones de paro por proceso.

### 3.6.2 GENERALIDADES DEL SOFTWARE.

La contratista debe incluir una lista con los nombres y descripción de los paquetes de Software que realicen las funciones requeridas tanto en la consola de operación ubicada en cuarto de control principal, como también, de los sistemas digitales de control de cada área de la terminal así como, su funcionalidad, relación y aplicación en cada parte del SDC.

La contratista debe proporcionar en discos flexibles de alta densidad de 3½" en original y copia, así como en cd rom de todo el software utilizado para la configuración del (SDC), para reinicializar cualquier componente del SDMC garantizando que no estén dañados o contaminados. En estos se deberá proporcionar la información de programas fuente de toda la configuración/programación (diagramas de flujo, listados, mapas de memoria, diagramas de escalera, estructura de programas, etc.), incluyendo las licencias de Software y llaves de Hardware y/o Software a nombre de PEMEX GAS.



La contratista deberá indicar claramente la versión y fecha del sistema operativo, informar las funciones, forma de depurar el control de entradas/salidas, compilación, asignación de memoria, comandos de inicialización, y lugar de residencia del sistema operativo y demás programas (paquetería), así como proporcionar toda la documentación descriptiva de este.

Toda la programación/configuración original se deberá realizar en y con equipos ajenos a los adquiridos por PEMEX. Por ninguna razón deberá usarse el hardware especificado hasta la etapa de realización de las pruebas FAT.

La configuración total de los (SDC) deberá ser almacenada en el disco duro de cada estación de configuración/operación ubicadas en cuarto de control. Se deberá contar con una indicación para comprobar que la configuración ha sido cargada adecuadamente. Adicionalmente se deberá tener la posibilidad de cambiar la configuración del sdc en línea. Cualquier cambio realizado en la configuración, deberá actualizarse automáticamente.

### **3.7. REQUERIMIENTOS PARA LOS SISTEMAS DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN PARA CADA AREA OPERATIVA DE LA TERMINAL.**

Este documento define los requerimientos técnicos mínimos necesarios, que debe cumplir la Firma de Ingeniería en el desarrollo de la Ingeniería de Detalle, su programación, configuración, integración, servicios, pruebas, puesta en marcha y documentación, para los sistemas de control e instrumentación a instalar en la terminal refrigerada LPG II, para que el (S.D.C) realice en forma correcta las funciones de monitoreo, control de proceso y protección, además las acciones de control a ejecutar en caso de paro de emergencia para la protección del personal, medio ambiente e instalación de la terminal e incluir todos los datos en la elaboración del paquete de concurso de la terminal LPG II.

La Firma de Ingeniería deberá presentar como parte de la ingeniería de detalle toda la instrumentación necesaria para la integración, configuración, instalación, pruebas, capacitación y puesta en marcha del (S.D.C). e indicarlas en el paquete de concurso de la construcción de la terminal LPG II.

Cualquier omisión en esta especificación no liberará a la firma de ingeniería de la responsabilidad para entregar toda la ingeniería de instrumentación y (S.D.C) instalado, completo y operando correctamente a satisfacción de PGPB.

#### **3.7.1 Sistemas de Medición y Control en General.**

Los sistemas de medición y control para la conversión de la terminal Lummus a LPG que la Firma de Ingeniería en el desarrollo de la Ingeniería de detalle y la elaboración del paquete de concurso de la Construcción como mínimo debe considerar son los siguientes conceptos:



## **Recibo y Medición.**

El Gas L.P. que se recibirá en la Terminal , provendrá del LPG-Ducto de Jaltipan, Ver, a condiciones normales de presión y temperatura de 21 Kg/cm<sup>2</sup> y 30 °C respectivamente, la medición del recibo de LPG será a través de un patín integrado por dos trenes de medición en los que se controlarán las variables de flujo, presión, temperatura y densidad.

## **Control de Flujo.**

El circuito de control de flujo para cada tren de medición deberá estar integrado por un medidor de flujo másico, el cual esta conformado por un elemento de flujo másico tipo coriolis y un transmisor electrónico de flujo, la señal del transmisor de flujo deberá ser enviado a una unidad de control local (UCL), esta unidad deberá proporcionar las indicaciones de flujo, totalización de flujo, registro de flujo, densidad y temperatura, la UCL deberá tener un puerto de comunicación RS-232C, RS-485 o equivalente para establecer la interfase con la estación de operación.

El medidor de flujo másico deberá tener como mínimo las siguientes características. Exactitud del  $\pm 0.2\%$ , cero error de estabilidad, el material de fabricación deberá ser acero inoxidable, herméticamente sellado y adecuado para ambiente tropical a prueba de explosión. El transmisor de flujo será tipo electrónico adecuado para ambiente tropical a prueba de explosión.

Las señales de flujo deberán llegar a una válvula de control de flujo tipo globo con sello hermético de acuerdo al ANSI Clase V (una para cada tren de medición). Se deberán considerar un arreglo de válvulas para calibración del medidor de flujo másico.

## **Control de Presión.**

Se deberá instalar una válvula motorizada en limite de batería para cierre de emergencia, el circuito de control deberá estar integrado por: un interruptor de baja presión y alarma por baja presión con indicación local y en cuarto de control; el interruptor activará el actuador de la válvula motorizada la cual deberá tener botonería para arranque y paro desde cuarto de control y local así como una luz indicadora de estado de activación y desactivación de la válvula. El sistema digital de control de seguridad deberá ser realizado a través de la unidad de control local (UCL-100).

La presión en el patín de medición se deberá mantener a 21 Kg/cm<sup>2</sup> para ello se deberá considerar la implementación de un circuito de control formado por los siguientes elementos: válvula de control de presión, transmisor de presión, convertidor de señal, tipo electrónico con elemento sensor de diafragma con exactitud  $\pm 0.07\%$  y una estabilidad del 0.1% por los primeros 12 meses, la



velocidad de actualización de datos deberá ser de 20 veces por segundo, como mínimo. La señal del transmisor se integrará al sistema mediante un controlador indicador de presión, se deberá instalar un manómetro para indicación local y por arranque manual. Asimismo se instalará un interruptor por baja presión con su respectiva alarma.

### **Alarmas y Monitoreo de Presión Diferencial y Absoluta.**

La medición y monitoreo de presión diferencial en las filtros canasta deberá realizarse mediante transmisores de presión diferencial con las características mínimas siguientes: Sensor tipo diafragma, transmisor electrónico con exactitud de  $\pm 0.875\%$  y estabilidad de 0.1%, adecuado para ambiente tropical a prueba de explosión, la señalización deberá llegar al sistema digital de control mediante el indicador de presión diferencial (PDI) y alarma por alta presión diferencia (PDAH).

En la línea de salida de ambos trenes, el monitoreo y medición de presión será a través de un transmisor de presión con características similares a las indicadas en los transmisores de presión y presión diferencial, asimismo un manómetro para indicación local y arranque manual.

### **Medición y Monitoreo de Temperatura.**

El sistema de medición y monitoreo de temperatura deberá constar de un transmisor electrónico de temperatura con un termopozo y un bulbo de resistencia eléctrica (RTD-Pt-100), el transmisor deberá tener como mínimo las siguientes características: Exactitud  $\pm 0.02\%$  del span, estabilidad de  $\pm 0.1\%$  de la lectura y con auto calibración. Se instalará uno a la entrada del patín y otro a la salida del mismo.

Se deberá contar igualmente con un termómetro bimetálico para indicación local y para arranque manual.

### **Medición y Monitoreo de Densidad.**

La medición de la densidad será a través de un transmisor de densidad integrado por un elemento de densidad basado en frecuencia y por un transmisor electrónico programable.

#### **3.7.1.2 Sistema de Llenado y Refrigeración.**

##### **Acumulador Interpasos (FA-1101) y Acumulador Interetapas (HA-1101).**

Los compresores de llenado tendrán que provocar la contrapresión de 4 Kg/cm<sup>2</sup> en el acumulador interpasos (FA-1101) y los compresores de refrigeración en el acumulador interetapas (HA-1101).



### **Control de Nivel.**

Se deberá suministrar el circuito de control de nivel de LPG para mantener el sello líquido en el tanque. El circuito de control deberá estar integrado por una válvula de control de nivel, transductor de señal neumática a eléctrica, vidrio de nivel, así como un transmisor electrónico del nivel con las siguientes características como mínimas: el elemento sensor de diafragma con una exactitud de  $\pm 0.075\%$ , estabilidad del 0.1% por 12 meses y una velocidad de actualización de 20 veces por segundo; asimismo se integrará la señal al sistema mediante un circuito de nivel. Todos los instrumentos deberán ser a prueba de explosión.

Se deberá considerar un interruptor por alto nivel en los tanques acumuladores interpasos e interetapas para disparo de compresores.

### **Medición y Monitoreo de Presión.**

La instrumentación de campo necesario para el monitoreo de presión deberá estar comprendida por un transmisor de presión tipo inteligente y un manómetro local para arranque manual, las características del transmisor de presión serán similares a las indicadas en el transmisor para control de presión. El manómetro seleccionado deberá ser adecuado para ambiente tropicalizado, todos los instrumentos deberán ser a prueba de explosión.

### **Medición y Monitoreo de Temperatura.**

La medición y monitoreo de temperatura deberá estar integrada por la siguiente instrumentación: Transmisor electrónica de temperatura con su temopozo y bulbo de resistencia eléctrica, el transmisor de temperatura deberá tener como mínimo las siguientes características: transmisor electrónico basado en microprocesador, exactitud de  $\pm 0.02\%$  del span, estabilidad de  $\pm 0.1\%$  y deberá contar con un sistema de auto calibración y ser a prueba de explosión. Asimismo se deberán colocar termómetros bimetálicos para indicación local y arranque manual.

### **Separadores de Aceite (TH-1114 y TH-1115).**

Los separadores de aceite servirán para asegurar que el gas descargado de los compresores esté libre de aceite.

### **Alarmas y Monitoreo de Presión Diferencial y Absoluta.**

La medición y monitoreo de presión diferencial deberá realizarse mediante transmisores de presión diferencial con las características mínimas siguientes: Sensor tipo diafragma, transmisor electrónico con exactitud de  $\pm 0.875\%$  y estabilidad de 0.1%, adecuado para ambiente tropical a prueba de explosión, la señalización deberá llegar al sistema digital de control mediante el indicador de presión diferencial (PDI) y alarma por alta presión diferencia (PDAH).



### **Monitoreo de Nivel.**

Se requiere indicación local a través de un vidrio nivel, así como interruptores por alto nivel de aceite incluyendo una alarma en cuarto de control.

### **Compresores de Llenado y Refrigeración.**

La Firma de Ingeniería deberá proponer un circuito de control que proteja a los compresores cuando se presente alto nivel en el acumulador interpasos e interetapas y además permita mantener la presión a  $4 \text{ Kg/cm}^2$  en los mismos, de forma que no exista un arranque y paro continuos que pueda dañar a los compresores.

### **Medición y Monitoreo de Presión.**

La medición y monitoreo de presión en las líneas de succión y descarga deberán consistir de un transmisor de presión y un monitoreo local para arranque manual de la terminal, el transmisor de presión deberá tener como mínimo lo siguiente: basado en microprocesador (electrónico-inteligente), deberá tener una exactitud de  $\pm 0.75\%$ , estabilidad del  $0.1\%$  por los primeros 12 meses, y una velocidad de actualización de 20 veces por segundo, la instrumentación deberá ser a prueba de explosión.

### **Medición y Monitoreo de Temperatura.**

La medición y monitoreo de temperatura para las líneas de succión y descarga deberá consistir de un transmisor de temperatura y su termopozo, además de un termómetro para arranque manual. El transmisor electrónico de temperatura deberá tener como mínimo las siguientes características: el elemento de temperatura deberá ser bulbo de resistencia con termopozo, el sensor deberá ser una RTD Pt-100, exactitud de  $\pm 0.02\%$  del span, estabilidad de  $\pm 0.1\%$  de la lectura ó  $0.1 \text{ }^\circ\text{C}$  y autocalibrado. Todos los instrumentos deberán ser a prueba de explosión.

### **Condensadores de llenado (EA-4402 A/B/C) y Refrigeración (EA-4401 A/B).**

#### **Control de Temperatura.**

El circuito de control de temperatura del LPG a la salida del condensador estará integrado por: transmisor de temperatura con su respectivo termopozo y bulbo de resistencia (RTD-Pt-100), convertidor de señal eléctrica a neumática y válvula de control de temperatura, el transmisor deberá tener como mínimo las siguientes características: transmisor electrónico basado en microprocesador, exactitud de  $\pm 0.02\%$  del span, estabilidad de  $\pm 0.1\%$  y deberá contar con un sistema de



autocalibración y ser a prueba de explosión. La válvula de control deberá contar con sello hermético tipo ANSI clase V y deberá ser tipo globo. La señal en cuarto de control será controlada por un indicador controlador de temperatura.

### **Medición y Monitoreo de Temperatura.**

El sistema de medición y monitoreo de temperatura en los condensadores de llenado deberá estar integrado por termómetros bimetálicos en la entrada y salida de la línea de LPG, estos deberán ser adecuados para operar en ambiente tropical. El monitoreo de temperatura a la salida de la línea de agua de enfriamiento deberá estar integrado por un transmisor electrónico de temperatura con sus componentes tales como: termopozo y bulbo de resistencia eléctrica (RTD-Pt-100), este transmisor deberá tener las mismas características indicadas en el control de temperatura. De igual manera se deberá establecer el monitoreo de temperatura en el cabezal de salida de agua de enfriamiento de los condensadores. Toda la instrumentación deberá ser a prueba de explosión.

### **Medición y Monitoreo de Presión.**

La medición de presión tanto por el lado LPG como por el lado agua deberá estar constituida por manómetros que resulten adecuados para ambiente tropical a prueba de explosión.

**Acumulador Final de los Compresores de Llenado (FA-1103) y de Refrigeración (FA-1102).**

### **Control de Nivel.**

El circuito de control de nivel de LPG deberá ser adecuado para mantener un sello de LPG, esta deberá estar integrado por una válvula de control de nivel que dispondrá de sello hermético de acuerdo a lo indicado en el ANSI clase V, la válvula será tipo globo. Se deberá implementar un convertidor de señal eléctrica a neumática y un transmisor electrónico de nivel con las siguientes características como mínimo: el elemento sensor deberá ser tipo diafragma, la exactitud del instrumento de  $\pm 0.075\%$ , estabilidad del 0.1% y una velocidad de actualización de 20 veces por segundo. De igual manera deberá contar con un indicador de nivel tipo reflex. Toda la instrumentación será a prueba de explosión.

### **Control de Presión.**

Se deberá integrar el circuito de control de presión para enviar el Gas L.P. a quemador en caso de que se sobrepresurize el acumulador final de llenado, este circuito estará constituido por una válvula de control de presión tipo globo de igual porcentaje con sello hermético tipo ANSI clase V, un convertidor de señal eléctrica a neumática y un transmisor electrónico de presión con una exactitud de



$\pm 0.075\%$ , velocidad de actualización de 20 veces por segundo y una estabilidad de 0.1 % como mínimo. La instrumentación deberá ser a prueba de explosión.

### **Medición y Monitoreo de Temperatura.**

La medición y monitoreo de temperatura deberá estar integrada por la siguiente instrumentación: Transmisor electrónica de temperatura con su temopozo y bulbo de resistencia eléctrica, el transmisor de temperatura deberá tener las mismas características de los indicados en el control de temperatura para condensadores de llenado. Asimismo se deberán colocar termómetros bimetálicos para indicación local y arranque manual.

#### **3.7.1.3 Almacenamiento y Bombeo.**

##### **Control de Nivel en el Tanque Criogénico (FB-1101).**

El tanque criogénico deberá contar con un transmisor de nivel tipo palpador con un termocople (termocoples ensamblados) instalado desde el fondo hasta el domo del tanque para indicación y monitoreo de temperatura y densidad en todos los niveles del tanque. El transmisor de nivel junto con el termocople deberán proporcionar la medición de temperatura, nivel y densidad; Éste transmisor deberá ser electrónico basado en microprocesador, con exactitud de  $\pm 0.4\%$  (1 mm), repetitibilidad de 0.009 %, a prueba de explosión.

Se deberá instalar un transmisor de nivel basado en la diferencial de presión del tanque, en caso de falla del transmisor de nivel tipo palpador, este transmisor deberá tener como mínimo las siguientes características: exactitud de  $\pm 0.075\%$ , estabilidad de 0.1%, velocidad de actualización de 20 veces por segundo; adecuado para operar en ambiente tropical, basado en microprocesador y a prueba de explosión.

En el tanque existe una tubería que atraviesa internamente y por el centro al tanque, sin llegar a tocar el fondo. En este se deberá instalar el palpador haciendo el ajuste por compensación de la altura para tener la verdadera lectura de nivel.

### **Medición y Monitoreo de Temperatura.**

En adición a la medición de temperatura con el termocople del palpador también se contará con elementos para medición y monitoreo de temperatura integrado por tres elementos de temperatura del tipo bulbo de resistencia eléctrica (RTD-Pt-100) ubicados en la parte superior, a la mitad y en la parte inferior del tanque debiendo tener indicación de temperatura en el cuarto de control. Toda la instrumentación deberá ser a prueba de explosión.



### **Medición y Monitoreo de Presión en el Tanque Interno.**

Todos los transmisores e interruptores de presión deberán instalarse en el cabezal de llenado que va al tanque de almacenamiento. Se deberá utilizar el menor número de transmisores posibles tanto para alarmas como para convertidores de señal.

La medición y monitoreo de presión deberán consistir de un transmisor electrónico-inteligente con una exactitud de  $\pm 0.75\%$ , estabilidad del 0.1% por los primeros 12 meses, y una velocidad de actualización de 20 veces por segundo, la instrumentación deberá ser a prueba de explosión.

### **Medición y Monitoreo de Presión en el Espacio Anular.**

El monitoreo de presión deberá estar comprendida por un transmisor de presión tipo inteligente y un manómetro local para arranque manual, las características del transmisor de presión serán similares a las indicadas en el transmisor para control de presión. El manómetro seleccionado deberá ser adecuado para ambiente tropicalizado y a prueba de explosión.

### **Bombas.**

Se deberán considerar válvulas motorizadas en el cabezal de succión de las bombas rompedoras de vacío y de carga a barcos que cuenten con cierres programados para casos de emergencia.

Las bombas deberán contar con interruptores y alarmas por baja presión de succión que al activarse envíe una señal de paro. Asimismo se deberán considerar interruptores por alta vibración en motores y botones de arranque y paro locales y en cuarto de control con luces indicadores en las que se visualice la condición de las bombas.

Las bombas de carga a barcos (GA-1101 A/B/C/D) deberán contar a la descarga con válvulas reguladoras de presión que permitan mantener una presión constante en el cabezal.

Todas las bombas deberán contar con un manómetro en la succión y otro en la descarga que sea adecuado para ambiente tropicalizado y a prueba de explosión

#### **3.7.1.4. Servicios.**

##### **Agua de Enfriamiento.**

Toda la instrumentación que maneje agua deberá tener internos de acero inoxidable 316 y estar de acuerdo al estándar NACE MR-01-75 última edición.



### **Torre de Enfriamiento.**

La torre de enfriamiento actual se reemplazara por una torre de concreto con dos celdas. Se deberán tomar las siguientes consideraciones para la nueva torre de enfriamiento.

### **Control de Nivel.**

El circuito de control de nivel en la fosa de agua deberá ser adecuado para mantener un nivel de agua constante en la torre, integrado por una válvula de control de nivel que dispondrá de sello hermético de acuerdo a lo indicado en el ANSI clase V, la válvula será tipo globo. Se deberá implementar un convertidor de señal eléctrica a neumática y un transmisor electrónico de nivel con las siguientes características como mínimo: el elemento sensor deberá ser tipo diafragma, la exactitud del instrumento de  $\pm 0.075\%$ , estabilidad del 0.1% y una velocidad de actualización de 20 veces por segundo.

### **Flujo.**

La Firma de Ingeniería deberá considerar como elemento primario para la medición del agua enviada y retornada, placas de orificio concéntricas montadas en accesorio de doble cámara para cambio rápido de placa, con conexiones de entrada soldada y salida bridada, la relación de diámetros "□" deberá estar en el rango de 0.5-0.6 y la diferencial del elemento de 100-250 inH<sub>2</sub>O.

### **Medición y Monitoreo de Temperatura.**

El monitoreo de temperatura del agua de enfriamiento enviada y retornada deberá estar integrado por un transmisor electrónico de temperatura con sus componentes tales como: termopozo y bulbo de resistencia eléctrica; El transmisor electrónico de temperatura deberá tener como mínimo las siguientes características: el elemento de temperatura deberá ser bulbo de resistencia con termopozo, el sensor deberá ser una RTD Pt-100, exactitud de  $\pm 0.02\%$  del span, estabilidad de  $\pm 0.1\%$  de la lectura ó 0.1 °C y autocalibrado.

Se deberá considerar indicación local mediante termómetros bimetálicos del agua enviada y retornada adecuados para operar en ambiente tropical.

Toda la instrumentación deberá ser a prueba de explosión

### **Ventiladores.**

Se requiere que el arranque/paro sea en automático y/o manual en forma local y/o remoto, por lo tanto la Firma de Ingeniería debe presentar su diseño conteniendo toda la información para la verificación de permisos de arranque y de operación.



Deberán contar con estación de botones de arranque/paro locales considerando el arranque/paro desde el Sistema Digital de la estación, vía interfase de comunicación del programador.

Los ventiladores deberán tener interruptores por alta vibración en motores así como botones de arranque y paro locales y en cuarto de control con luces indicadores en las que se visualice la condición del ventilador.

### **Bombas.**

Las bombas deberán contar con interruptores y alarmas por baja presión de succión que al activarse envíe una señal de paro. Asimismo se deberán considerar interruptores por alta vibración en motores y botones de arranque y paro locales y en cuarto de control con luces indicadores en las que se visualice la condición de las bombas.

Todas las bombas deberán contar con un manómetro en la succión y descarga que sea adecuado para ambiente tropicalizado y a prueba de explosión.

### **Tratamiento de Agua.**

La Firma de Ingeniería deberá proponer el sistema de control para el tratamiento de agua.

### **Aire de Instrumentos y Planta.**

El paquete de aire de instrumentos y planta deberá ser capaz de enviar las señales de las principales variables hacia el S.D.C. utilizando MODBUS como protocolo de comunicación.

Toda la instrumentación que maneje agua deberá tener internos de acero inoxidable 316 y estar de acuerdo al estándar NACE MR-01-75 última edición.

Los tanque acumuladores deberán tener vidrios de nivel del tipo Reflex y los cambiadores de calor deberán estar integrado por termómetros bimetálicos a la entrada y salida del lado aire y del lado agua, adecuados para operar en ambiente tropical.

La Firma de Ingeniería deberá verificar, en caso que sea posible la recuperación del secador de aire de instrumentos, que el tablero funcione correctamente, si no es así se deberá considerar la sustitución del equipo completo y enviar las señales de las principales variables al S.D.C.

La Firma de Ingeniería deberá hacer los arreglos que sean necesarios en caso que se requiera utilizar la red de aire de instrumentos y planta, ya sea enviando o



recibiendo el aire. El cambio deberá realizarse en forma automática sin que se presenten problemas en el sistema de control propio del paquete de aire.

### **Sistema de Nitrógeno.**

El nitrógeno será suministrado por la terminal refrigerada LPG I y servirá para romper vacío en el tanque interno y para arrastrar la humedad de la perlita del espacio anular.

Tanto en la línea que inyecta el  $N_2$  en el tanque interno como en el espacio anular deberá considerarse primeramente una válvula reguladora de presión para evitar un incremento repentino de presión y a continuación de ésta la válvula controladora de presión. El circuito de control estará formado por los siguientes elementos: válvula de control de presión, transmisor de presión tipo electrónico inteligente, convertidor de señal, elemento sensor de diafragma con exactitud  $\pm 0.07\%$  y una estabilidad del 0.1% por los primeros 12 meses, la velocidad de actualización de datos deberá ser de 20 veces por segundo, como mínimo. La señal del transmisor se integrará al sistema mediante un controlador indicador de presión, se deberá instalar un manómetro para indicación local y por arranque manual.

### **Sistema de Desfogue.**

La Firma de Ingeniería deberá dismantelar o sustituir y recalcular las válvulas controladoras de presión.

En el nuevo tanque recuperador de aceite deberá considerarse la instalación de un vidrio de nivel transparente.

En el tanque acumulador de desfogues (FA-1200) deberá considerarse el monitoreo de presión de forma local mediante un manómetro y en tablero de control a través de un transmisor electrónico-inteligente con una exactitud de  $\pm 0.75\%$ , estabilidad del 0.1% por los primeros 12 meses, y una velocidad de actualización de 20 veces por segundo e incluir mediante software una alarma por alta presión.

Deberá considerarse un interruptor y alarma por alto nivel de líquido así como un indicador de nivel tipo reflex. Toda la instrumentación será a prueba de explosión.

Se deberá totalizar el flujo de gas enviado hacia el quemador de fosa mediante una placa de orificio concéntrica montada en accesorio de doble cámara para cambio rápido del elemento, con conexiones de entrada soldada y salida bridada, la relación de diámetros " $\square$ " deberá estar en el rango de 0.5-0.6 y la presión diferencial del elemento de 100-250 inH<sub>2</sub>O y la geometría debe estar de acuerdo a los estándares del API. Además deberá considerarse un interruptor y alarma por alto flujo del gas enviado a quemador.



## 3.7.2. REQUERIMIENTOS PARA LA INSTRUMENTACION.

### 3.7.2.1 GENERALIDADES

La instrumentación para la automatización de la terminal deberá cumplir con las características técnicas requeridas, para cumplir con una operación estable y segura.

La contratista será la responsable durante la etapa del diseño de ingeniería de presentar la documentación con la instrumentación y controles necesarios para garantizar una operación segura y eficiente del proceso, la cual PEP revisara y en su caso aprobará.

Cada equipo paquete deberá ser suministrado con su propio sistema de control que garantice una operación estable y segura. La contratista deberá indicar claramente la instrumentación que estará incluida con su adquisición cuidando cumplir con las especificaciones generales aquí indicadas.

La instrumentación electrónica proporcionada deberá ser inteligente con protocolo hart escalable a fieldbus, con alimentación de 24 vcd y señal de 4-20 ma a 2 hilos para transductores en modo analógico de 4-20 ma y 3-15 psig.

La selección de la instrumentación deberá ser considerando el uso de lo último en tecnología probada y hacer un control modulante de las diversas secciones.

Toda la instrumentación debe ser aprobada por factor mutua para uso en clase 1, div. 1, grupo d, con clasificación eléctrica NEMA 4x, y aprobada para seguridad intrínseca.

Toda la simbología y nomenclatura que se use deberá estar apegada a los estándares de la ISA.

Toda la instrumentación se proporcionara con los materiales y accesorios requeridos para su instalación.

Las partes de los instrumentos que estén en contacto con fluidos amargos deberán ser de acero inoxidable 316, y estar de acuerdo al estándar NACE mr-01-75 ultima edición.

Las conexiones de los instrumentos al proceso deberán estar acorde con la especificación de la clasificación eléctrica adecuada para áreas peligrosas clase 1, div 1 y grupo d.

La instrumentación que se suministre será de alta exactitud, la cual se alambrara punto a punto.



La contratista deberá suministrar la instrumentación para indicación local (como manómetros, termómetros, etc.) con un rango tal que la lectura a condiciones normales se ubique entre el 50% y el 70%, además de cubrir los límites máximos y mínimos de las variables a medir.

Todos los instrumentos operaran en ambiente marino y salino, a temperatura entre 20 °c y 50 °c humedad relativa hasta el 100% y podrán estar expuestos a vientos huracanados , lluvias la mayor parte del año y luz solar directa durante varias horas del día.

La contratista deberá entregar todas las memorias de cálculo de los instrumentos que lo requieran por escrito y adicionalmente en diskettes flexibles de 3½" de alta densidad para un mejor control de la información. Los archivos no deberán entregarse compactados, y deberá especificar si serán en un formato compatible con ambiente windows.

### 3.7.22 CARACTERISTICAS ESPECÍFICAS DE INSTRUMENTOS.

#### PLACAS DE ORIFICIO.

Medidores tipo placa de orificio concéntrica, montada en accesorios para cambio rápido, fitting tipo doble cámara, el material de placa será de acero inoxidable 316, la relación beta será entre 0.3-0.7, el acabado y la geometría deberán estar acordes a estándares ago 3 y 8, la presión diferencial de diseño nunca deberá ser mayor de 250 pulgadas de agua, tamaño de las tomas 1/2".

#### TRANSMISORES DE FLUJO.

Tipo celda de presión diferencial, material del cuerpo aluminio libre de cobre, material de internos acero inoxidable 316, acabado tropicalizado apropiado para evitar la corrosión por ambiente marino, conexión al proceso ½" NPT (f), tamaño de la conexión al conduit 3/4" NPT, exactitud mínima de ±0.08% del span, suministro eléctrico de 24 vcd con señal de salida de 4-20 ma, clasificación eléctrica nema 4x adecuado para seguridad intrínseca y protocolo HART escalable a fieldbus.

#### INTERRUPTORES DE NIVEL.

Tipo: contacto tipo seco, dpdt, suministro eléctrico de 24 vcd, 5 amp con seguridad intrínseca, conexión eléctrica 3/4" NPT, material del cuerpo acero al carbón, localización de conexión lateral/lateral, tipo desplazador externo con cabeza bridada girable. El material del elemento censor deberá ser de acero inoxidable 316 mínimo y con conexión a proceso de ½ NPT, y el material de la caja será de aluminio libre de cobre con clasificación eléctrica NEMA 4x adecuado para seguridad intrínseca.



## VIDRIOS DE NIVEL.

Vidrios tipo reflex y transparentes con conexiones directas al recipiente deberán ser mediante bridas de 1 ½" rf libraje de acuerdo a la presión de operación, o si la conexión es a tubería auxiliar esta deberá ser de ¾" npt; equipado con válvula de bloqueo en acero Inoxidable 316, material del vidrio de borosilicato, material del cuerpo de acero al carbón. Estos deberán ser de 4 secciones máximo y para distancias mayores a 1.5 mts. Deberán estar traslapados. Los vidrios reflex deberán ser usados para interfase gas-liquido, y transparentes para interfase liquido-liquido, crudo y condensados.

Los vidrios transparentes deberán suministrarse con iluminadores con clasificación eléctrica NEMA 4x y adecuados para seguridad intrínseca.

Las cámaras de los medidores deberán tener conexiones hembra roscadas de ½" npt a menos que las condiciones de operación requieran otro tipo y diámetro. Todas las válvulas del indicador de nivel deben ser de Angulo, con check integrado, cuerpo de acero forjado e interiores recambiables de acero inoxidable.

## TRANSMISORES DE NIVEL.

Tipo: desplazador externo, material del cuerpo: De acero al carbón, material de internos: acero inoxidable 316l, conexión de 1½" RF libraje de acuerdo a la presión de operación, material de la caja del transmisor de aluminio libre de cobre con clasificación eléctrica NEMA 4x y adecuado para seguridad intrínseca. Tipo de celda: diafragma (D/P CELL), tipo de transmisor inteligente; con protocolo HART escalable a fieldbus, alimentación: 24 vcd, señal de salida: 4-20 ma, precisión del elemento: mínima 0.08 %, con autodiagnóstico, calibración local y remota, este elemento deberá contar necesariamente con un kit de reparación en sus partes para darle mantenimiento.

## MANOMETROS

Elemento sensor: tipo bordón de acero inoxidable 316, conexión inferior: ½" NPT(M), carátula: de 4 ½" de diámetro, color blanca con caracteres negros, graduada en kg/cm<sup>2</sup>, caja de fenol con bisel roscado, cubierta de cristal inastillable y disco de seguridad, la presión de operación normal deberá encontrarse entre el 50 y 60 % del rango del instrumento considerando que el rango máximo y mínimo se ubique en el segundo tercio de la escala total del instrumento.

Cuando se requieran sellos de diafragma, estos deberán suministrarse llenos de líquido, adecuado para el servicio y ensamblados al manómetro. El material del diafragma y de la conexión al proceso deberá ser acero inoxidable. Deberá tener las preparaciones adecuadas para mantenimiento y drene.

Las partes en movimiento, deben ser a prueba de ambiente marino.



Se requerirán amortiguadores de pulsaciones siempre y cuando los indicadores estén localizados a las descargas de bombas recíprocas y no tengan sello químico, los amortiguadores deberán suministrarse con conexión hembra de 1/2" NPT.

Para servicios de vapor de agua los manómetros deberán suministrarse con sifón integral.

### **INTERRUPTORES DE PRESION.**

Tipo: contacto tipo seco dpdt, suministro eléctrico de 24 vcd, 5 amp, adecuados para seguridad intrínseca, conexión eléctrica 3/4" NPT y conexión al proceso 1/2" NPT (f), localizada en la parte inferior, el ajuste de punto de disparo deberá ser interno con escala de 0-100%.

### **REGULADORES DE PRESION.**

Las válvulas reguladoras de presión deberán tener cuerpo de acero al carbón, interiores y conexiones de acuerdo a las condiciones de proceso y a las características de fluido de proceso.

En general para rangos pequeños y cuando sea admisible una desviación de la presión de la salida de  $\pm 10$  a 20% se utilizarán reguladores auto-operados, mientras que, para rangos mayores o cuando la desviación de presión de salida sea menor que el 10%, deberán utilizarse reguladores de presión operados por piloto.

### **INDICADORES DE PRESION DIFERENCIAL.**

Elemento censor tipo diafragma, el material del enchufe deberá ser de acero inoxidable 316, tamaño de conexión al proceso de 1/2" NPT (f), localizada en la parte inferior, diámetro de la carátula de 6" de diámetro.

Color blanco con caracteres negros con cubierta de vidrio inastillable, caja de aluminio a prueba de intemperie y para ambiente marino con disco de seguridad, exactitud mínima de  $\pm 0.5\%$  del span.

### **TRANSMISORES DE PRESION Y PRESION DIFERENCIAL.**

Elemento censor: diafragma, material de las partes en contacto con el fluido de proceso: acero inoxidable 316 l, material de la caja de aluminio libre de cobre, electrónica de tipo inteligente con protocolo hart escalable a fieldbus, alimentación :24 vcd, señal de salida: 4-20 ma, precisión mínima del elemento: 0.08%, con autodiagnóstico, calibración local y remota; clasificación eléctrica: NEMA 4x adecuado para seguridad intrínseca con conexión a proceso 1/2" npt. Provistos con dispositivos adecuados para permitir el ajuste de "cero, span y linealidad", indicación local de la variable de proceso, la conexión eléctrica deberán ser de 3/4" NPT.



Los elementos de presión serán normalmente diafragmas y deberán resistir una sobrepresión hasta del 130% sin sufrir daño permanente.

En caso de requerirse sello químico, amortiguador de pulsaciones, etc., estos deberán ser suministrados juntos con el transmisor respectivo.

Todos los transmisores deberán ser suministrados con sus accesorios de instalación y montaje, de acuerdo a las especificaciones técnicas particulares.

### **TERMOMETROS.**

Tipo de elemento: bimetalico, carátula blanca con caracteres negros de 5" de diámetro, ángulo variable y cubierta de cristal inastillable, escala graduada en grados centígrados. El termopozo en el que estará instalado será de acero inoxidable 316 con conexión a proceso de 1 1/2" libraje de acuerdo al proceso para instalación en recipientes y 1" NPT para instalación en línea, la longitud del termopozo será aproximadamente del 70% del diámetro de la línea en la que esté instalado.

La temperatura normal deberá de estar indicada aproximadamente a la mitad del rango y la temperatura mínima y máxima deberá de estar entre 20 y 90% del rango.

### **TRANSMISORES DE TEMPERATURA.**

Elemento termopar: tipo "k" o RTD, su electrónica será de tipo inteligente con protocolo hart escalable a fieldbus, señal de salida: de 4-20 ma y alimentación 24 vcd, con clasificación eléctrica NEMA 4x adecuado para seguridad intrínseca, material del elemento acero inoxidable 316, el termopozo en el cual estará instalado será de acero inoxidable 316. para los elementos de temperatura, la contratista deberá basarse en los API-614 y 670 para equipo motriz, este elemento deberá contar necesariamente con un kit de reparación en sus partes para darle mantenimiento.

### **CONVERTIDORES DE SEÑAL (TRANSDUCTORES).**

Los transductores deberán ser tipo: electro-neumático, suministro eléctrico 24 vcd con protección por polaridad invertida, suministro neumático de 18-24 psi, señal de entrada 4-20 ma y señal de salida de 3-15 psig conexión neumática 1/4" NPT, conexión eléctrica 3/4" NPT, precisión 0.2 % del rango calibrado, deberá soportar una sobre presión de hasta 120 psig, material de la caja aluminio libre de cobre, clasificación eléctrica NEMA 4x adecuado para seguridad intrínseca y deberá ser apropiado para montaje en yugo en tubería de 2".



## VALVULAS DE CONTROL Y DE CORTE O SECCIONAMIENTO.

Estas válvulas deberán tener cuerpo de acero al carbón, extremos bridados de acuerdo a la especificación de tuberías que aplique, el material de las partes en contacto con el fluido de proceso, deberá ser resistente a las propiedades corrosivas, abrasivas, erosivas, etc., del mismo, para lo cual se deberá tomar como referencia las especificaciones de tubería (h-202).

Las válvulas de control deberán ser suministradas con posicionadores electro neumáticos y cuya señal de entrada será 4-20 ma y señal de salida neumática adecuada al actuador seleccionado y

El arreglo neumático (filtro/regulador-posicionador-actuador) que permita a la válvula el recorrido total de la escala en un tiempo menor a un segundo.

Para los servicios de abierto-cerrado se emplearan válvulas de control con la característica de apertura rápida

Para las válvulas de corte, el actuador será de tipo pistón con una alimentación neumática tal que garantice el cierre pero sin dañar los internos de la válvula (torque permisible). La contratista deberá analizar la aplicación adecuada de la doble actuación o retorno con resorte. En ambos casos, el actuador será dimensionable para operar con  $\Delta p$  de cierre igual a la máxima presión de operación.

Para las válvulas de control, el cv normal deberá de estar comprendido en el rango de apertura de la válvula de acuerdo a las siguientes características:

- a) Igual porcentaje, entre 60-80% de apertura.
- b) Lineal, entre 40-70% de apertura.
- c) Para válvulas tipo mariposa de 50°- 70° (grados) de apertura.

En ningún caso el flujo máximo deberá sobrepasarse del 85% de apertura.

Las válvulas deberán tener niveles de ruido menores de 85 db medidos a 1 metro (3 ft) de la válvula.

Los accesorios para control de ruido deberán de especificarse en base a los datos de operación de las válvulas de control correspondientes (material, libraje, presión, temperatura etc.).

En caso de cavitación, se deberán proveer accesorios apropiados para soportar tales condiciones. En la mayoría de las aplicaciones donde se requiera control, deberán emplearse interiores con característica igual porcentaje o lineal. Cuando se especifiquen válvulas de tipo especial tales como bola, podrán emplearse otras características para resolver el problema de ruido o capitación.



## VALVULAS SOLENOIDES

El material del cuerpo de la válvula y sus interiores deberá de ser apropiado para manejar el fluido a las condiciones de operación de acuerdo a las cuales se debe seleccionar el tamaño del puerto y del cuerpo. Tomando en cuenta que se deberá asegurar la mínima caída de presión en el suministro de aire a los actuadores.

La bobina deberá operar a 24 vcd, adecuada para energizado continuo, para servicio de 155 °c a prueba de agua y resistentes al crecimiento de hongos.

Las válvulas solenoides deberán de ser apropiadas para la clasificación eléctrica del área donde estarán ubicadas y adecuadas para seguridad intrínseca.

### 3.7.2.3 INSTALACION DE INSTRUMENTOS Y DISPOSITIVOS.

Para la instalación de los instrumentos y sus dispositivos se deberá cumplir con lo establecido en las normas o estándares respectivos.

El montaje de los instrumentos se debe realizar de tal forma que queden accesibles desde el piso y localizándose lo más cerca posible a la toma de proceso. En la medida de lo posible, los transmisores no deben soportarse sobre las líneas de proceso.

Todos los instrumentos que por requerimientos de instalación no sean accesibles desde el piso deberán contar con plataformas fijas con escaleras para su inspección, calibración, mantenimiento o sustitución.

Con excepción de los instrumentos que requieran ser instalados como parte integral de las líneas de proceso, todos los demás instrumentos locales deberán instalarse con una válvula de bloqueo y una de drene o venteo que permitan el bloqueo, para su mantenimiento o sustitución.

Los instrumentos y cajas de interconexión nunca deberán instalarse sobre barandales, peldaños, ni deberán quedar abajo de posibles escurrimientos o localizarse en lugares donde exista alta vibración o expuestos a altas temperaturas.

Los instrumentos que se utilicen para el paro de equipo por protección deben ser independientes y en adición a la instrumentación para el control normal de proceso, tal como se establece en API - RP14C.

Todos los instrumentos que requieran calibración o mantenimiento periódico deberán quedar orientados de tal forma que se permita el acceso a todos sus componentes, al mismo tiempo se deberá tener una correcta visibilidad del medidor o instrumento que sirva de referencia.



Para la instalación de los vidrios de nivel se deberán considerar los accesorios correspondientes a las purgas, venteos y bloqueos necesarios.

La contratista es responsable de entregar la terminal con toda la instrumentación instalada, calibrada, y probada, la cual además, tendrá adherida permanentemente (remachada) una placa de acero inoxidable con al menos los siguientes datos en idioma español:

- Identificación.
- Servicio.
- Suministro eléctrico ( cuando se requiera.
- Rango.
- Marcha modelo.
- Numero de serie.

La contratista deberá considerar en el diseño de la planta, la preparación necesaria para la instalación de probetas corro simétricas a montarse en el proceso. Por otra parte la contratista deberá suministrar estas. Adecuadas para cada caso; así como, el transmisor de corrosión con el rango apropiado.

Entre las válvulas de seccionamiento y las válvulas de control, la contratista deberá suministrar válvulas para el venteo y/o purgado del sistema.

Todos los recipientes deberán estar equipados con indicadores locales para presión, temperatura y nivel.

Todas las bombas de proceso deberán contar con un manómetro en la succión y descarga.

Los intercambiadores de calor deberán estar equipados con termómetros bimetalicos y manómetros en entradas y salidas.

Las placas de orificio deben contar con accesorios para cambio rápido del elemento, el cual deberá ser de doble cámara.

Todos los filtros deberán contar con indicadores de presión diferencial, así como con interruptores de presión diferencial.

En la instalación de manómetros, interruptores de presión y nivel, vidrios de nivel, controladores, transmisores, etc., deberán contar con válvulas de seccionamiento, venteo y / o drene.

Todos los instrumentos que operen con fluido liquido deberán contar con válvulas de purga interconectada al sistema de drenaje correspondiente.



En la instrumentación donde se requiera censar presión diferencial, la contratista deberá suministrar manifold's de 5 (cinco) válvulas de acero inoxidable 316.

Los controladores, transmisores e interruptores de nivel deberán conectarse al árbol de retención de nivel con conexiones de 2" bridada r.f., libraje de acuerdo a la presión de operación.

La contratista deberá suministrar válvulas de bloqueo automático, las cuales deberán ser tipo bola de paso completo y a prueba de fuego, para los siguientes servicios:

- a) corte de suministro de gas amargo a la planta.
- b) corte de salida de gas dulce de la misma.

La contratista deberá suministrar válvula de bloqueo automático para el venteo de sección de gas a alta presión (deberá despresurizar la torre absorbadora, el separador de gas amargo y el separador de gas dulce). Esta válvula deberá ser tipo globo con internos tipo laberinto.

El paquete deberá contar con un cabezal general para la distribución de aire de instrumentos dentro de este, teniendo cada instrumento que requiera suministro, una válvula de bloqueo y filtro regulador.

Se deberá conducir el suministro neumático a instrumentos desde la válvula de bloqueo tipo aguja de acero inox. 316 hasta el filtro regulador con tubing de acero inoxidable 316, 1/2" de diámetro.

La conducción de señal de proceso hasta los instrumentos se deberá conducir con tubing de acero inoxidable 316, con la soportería adecuada para su protección mecánica.

Toda la instrumentación deberá ser proporcionada como mínimo con los siguientes accesorios cuando requiera interconexión eléctrica:

- a) tuerca unión.
- b) caja de registro.
- c) sello condulet.
- d) cople flexible.
- e) niples.
- f) tubería conduit.
- g) campanas de reducción.

Toda la tubería conduit deberá soportarse adecuadamente al patín, con canal y abrazadera tipo unistrut de acero galvanizado con recubrimiento de PVC, instalado cada 2.5 metros la contratista deberá conducir la señal de cada instrumento hasta las tablillas de interconexión con las tarjetas de entrada/salida (punto a punto), no se aceptan cajas de conexiones intermedias.



Los contactos de todos los interruptores deben mantener el circuito eléctrico cerrado a condiciones normales de operación.

Las válvulas operadas por solenoides deben ser energizadas para operación normal.

La contratista deberá proporcionar todos los catálogos técnicos indicando en ellos los modelos de los instrumentos suministrados, el no hacerlo será motivo de descalificación.

### 3.7.2.4 CONDUCCION DE SEÑAL.

Es responsabilidad de la contratista de realizar los siguientes trabajos: tendido de tubería conduit, montaje e instalación de cables conductores en la tubería conduit, instalación de los gabinetes o cajas de conexiones para la conducción de la señal eléctrica de los instrumentos los cuales son parte de las áreas de la terminal

Para la instalación neumática los trabajos a realizar comprenden: el tendido de la tubería tubing, montaje e instalación de los instrumentos y accesorios neumáticos, los cuales son parte de las áreas de la terminal.

La contratista debe contemplar que cada uno de los conceptos incluye: mano de obra, herramienta, equipo, carga, acarreo y descarga desde el almacén de la contratista hasta el sitio de obra, limpieza del área de trabajo, retiro de equipo utilizado y material sobrante.

Para la conducción de señales eléctricas deberá tomarse en cuenta lo siguiente:

- a) tubería conduit.
- b) niples.
- c) tuercas union.
- d) sellos (condulets).
- e) cajas de registro.
- f) campanas de reducción.
- g) coples flexibles.

La tubería y accesorios deberá ser de aluminio libre de cobre, cedula 40, grado de calidad a, extremos roscados, con recubrimiento externo de pvc e interiores de uretano rojo y uretano claro en cuerdas adecuados para áreas clase 1, div 1, grupo c y d.

Toda la tubería conduit y sus accesorios deberán estar libres de rebabas con el objeto de realizar una unión firme y segura.

El manejo de estos deberá realizarse con la herramienta adecuada para evitar daños o desprendimiento de la cubierta plastificada.



Se instalaran cajas de registro para todas las desviaciones o cambios de trayectorias que sean necesarios. Estas deberán ser con tapa ciega y empaque de neopreno.

Toda la tubería conduit y accesorios deberá ser soportada convenientemente en columpios fabricados con ángulo de acero al carbón soldados a la estructura del patín, conformando camas de tuberías independientes para señales analógicas y digitales.

Totalmente separadas de cualquier conducción para suministro eléctrico de potencia a equipos.

La sujeción de la tubería conduit deberá ser mediante abrazaderas "u", las cuales deberán ser especialmente diseñadas para ajustarse perfectamente al diámetro exterior de la tubería.

La trayectoria de tubería conduit debe realizarse de tal forma que no obstruya el paso del personal operativo.

Los conductores a utilizarse para los instrumentos serán:

-para señales analógicas.

Conductor de cobre suave trenzado, calibre 16 AWG, 300V, con aislamiento de polietileno, 100 % blindaje de poliéster aluminizado e hilo de drene con aislamiento exterior de PVC.

-para señales digitales.

conductor monopolar de cobre, aislamiento tipo THWN, calibre mínimo 14 AWG.600 v.

En la instalación de los conductores; así como sus conexiones a cajas, accesorios, en los equipos deben existir continuidad eléctrica efectiva a lo largo de todo el circuito. Los conductores deberán ser físicamente continuos (sin empalmes) entre dos cajas o entre 2 equipos consecutivos.

Para la conducción de señales neumáticas se deberán considerar lo siguiente: el material del tubing y accesorios para el suministro neumático de instrumentos deberá ser acero inoxidable 316 sin costura (ASTM-213). Para los diámetros siguientes tenemos:

-tubing de 1/4" de 0.035 mm. de espesor

-tubing de 3/8 " de 0.049 mm de espesor

-tubing de 1/2 " de 0.065 mm de espesor

Todo el tubing deberá ser adecuado para ser doblado, el cual se suministrara sin rasguños en la superficie y con los accesorios necesarios para su interconexión. Este deberá ser soportado con ángulo multiperforado de acero galvanizado y sujetado al mismo con fleje y hebilla de acero inoxidable.



Para el suministro neumático los cabezales principales de distribución de aire de instrumentos deberán ser soportados adecuadamente con un ángulo de acero al carbón, soldados a la estructura de los módulos. El material de la tubería para estos cabezales estará de acuerdo a la especificación de tuberías correspondiente para este servicio.

### **3.7.3 REQUERIMIENTOS DEL CUARTO DE CONTROL**

La firma de ingeniería diseñará el cuarto de control para alojar el equipo y las consolas de operación del (SCD).

El cuarto principal de control deberá constituir un edificio aislado e independiente, en cuya solución arquitectónica deberá tener en cuenta todo lo especificado a continuación.

#### **LOCALIZACION Y ORIENTACION.**

Este cuarto debe localizarse alejado de áreas clasificadas como peligrosas, de acuerdo con el National Electrical Code ( NEC).

El cuarto de control deberá quedar orientado de manera que se logre el máximo control visual de la planta, y deberá localizarse en un lugar tal que quede alejado del recorrido de vientos procedentes de posibles focos de incendio.

#### **DIMENSIONES DEL CUARTO DE CONTROL.**

Las dimensiones del cuarto de control serán en función de la longitud del tablero y del tipo de operación prevista.

Se deberá considerar un espacio mínimo entre la pared y la parte posterior de la estructura del tablero de 1.20 m.

Para la determinación del espacio al frente del tablero se podrá considerar que en términos generales se requiere un operador por cada 16 instrumentos, controladores en tableros gráficos y por cada 20 instrumentos en tableros semigráficos o de control selectivo.

En el cuarto de control también se debe considerar el espacio requerido para supervisión y para la instalación de las consolas.

#### **AIRE ACONDICIONADO Y DISPOSITIVOS DE PROTECCION.**

El cuarto de control deberá estar equipado con un sistema de aire acondicionado con equipos minisplit o similar que permita mantener una presión positiva, y así evitar hasta donde sea posible, su inclusión dentro de la clasificación eléctrica de áreas peligrosas, a una temperatura controlada de 20 grados centígrados y una humedad relativa de 65% sin condensación presurizada.



El cuarto de control deberá incluir además sistemas de purga continua para todos los instrumentos eléctricos considerados no seguros, así como alarmas y dispositivos de protección para indicar fallas en el sistema de aire acondicionado y en los sistemas de purga continua.

Además deberá contar con la protección contra incendio adecuada, de acuerdo con el equipo a proteger y las normas de National Fire Protección Asociación (NFPA), y un sistema de protección a tierra que debe estar de acuerdo con el National Electrical Code.

Contara también con un sistema de alumbrado de emergencia en caso de falla del sistema principal.

### **ILUMINACION**

El cuarto de control deberá quedar iluminado en forma adecuada, utilizando sistemas selectivos que permitan el máximo aprovechamiento de la iluminación natural durante el día.

La iluminación del tablero de control deberá ser hasta donde sea posible, en forma indirecta , con el fin de evitar deslumbramientos o interferencias.

Las ventanas y sistemas de iluminación natural deberán tener dispositivos de regulación que impidan la entrada excesiva de luz solar en cualquier hora del día y en cualquier época del año.

### **CONSTRUCCION**

En la cimentación del cuarto de control se deberán considerar los recorridos subterráneos de suministro de energía eléctrica y de conductores de señal neumática o eléctrica tanto para el tablero de control como para la consola.

Cuando la entrada y salida de señales neumáticas y eléctricas se realiza por la parte superior del cuarto de control, el acceso deberá coincidir con la parte posterior del tablero y no ser visible desde el frente de éste último.

El piso del cuarto de control deberá ser no-combustible, antiderrapante y de fácil limpieza, deberá estar construido en forma integral y con material, que requiere el mínimo de mantenimiento.

Para los muros del cuarto de control también se deberá tener en cuenta las consideraciones sobre resistencia al fuego y facilidad de limpieza mencionadas para los pisos.

Todas las instalaciones para alumbrado, aire acondicionado, del techo del cuarto de control deberán quedar cubiertas por un falso plafón de material incombustible y fácilmente desmontable. Deberá dejarse una distancia mínima de 80 cm entre la superficie de la losa y la superficie superior del plafón.



El cuarto de control deberá diseñarse con accesos principales y de servicio, y con comunicación directa al área de proceso y a la oficina de la planta.

Todas las puertas exteriores deberán ser de cierre hermético y deberán cerrar por un mecanismo.

El cuarto de control deberá con dos puertas como mínimo, que comuniquen con el exterior, localizadas en muros opuestos.



## IV. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.

### 4.1 INTRODUCCION.

Cuando surgió el término de automatización el hombre desarrollo la teoría de control automático y surgieron los primeros controladores capaces de sustituir y superar el trabajo del hombre. Los primeros equipos fueron mecánicos, limitados en calidad y flexibilidad; luego surgieron los neumáticos que mejoraron la calidad de control y la funcionalidad, con esta nueva línea ya se podían tener cuartos de control donde se podían centralizar las operaciones de la planta.

Posteriormente se desarrollo el microprocesador que favoreció y aumento la capacidad de ejecución de las funciones de control, creando los sistemas de Control Distribuido que están destinados a realizar funciones de control más eficientes empleando cuartos de control integrados por computadoras para gobernar el proceso, perfeccionándose con el tiempo logrando una alta velocidad de respuesta, gran capacidad de almacenamiento de datos, transmisión de señales y comunicación redundante, impresión de gráficas, siendo el resultado de esta integración.

El sistema de control distribuido, cuenta con un subsistema de comunicaciones que tiene la función de enlazar física y funcionalmente los diferentes componentes del sistema. Los sistemas de comunicación digital surgieron a través del multiplexaje distribuido que se empleo en grandes sistemas de adquisición de datos los cuales surgieron en la década de los 70's.

En esta década con el desarrollo de nuevas tecnologías se logra reducir al tamaño de los componentes electrónicos, alcanzando con ello la integración de cientos de transistores en una sola unidad llamada microprocesador. Después se logra aplicar el microprocesador al control automático de los procesos industriales, abriendo paso a una nueva estrategia de control llamada Sistemas Digitales de Control Distribuido.

Cuando se introdujeron los sistemas de control distribuido, se extendió el uso de las comunicaciones digitales a los sistemas orientados al control.

El sistema de comunicaciones se visualizo como una ventaja que podría ser utilizada por los diversos componentes de la red distribuida que se contemplaba como una caja negra que contenía componentes que sustituyeron el conjunto de cables punto a punto que utilizaba un sistema de control digital convencional que tenía una computadora central y tableros de control utilizada en sistemas de adquisición de datos.



## 4.2.- DEFINICION DE SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.

La palabra Control es un conjunto de elementos físicos interconectados entre sí, que se utilizan para dirigir o gobernar un sistema o proceso, y un sistema es un conjunto de piezas funcionando juntos para realizar una determinada función, por lo tanto un sistema de control distribuido es una forma de instrumentación que gobierna una porción del sistema de control en el área de procesamiento, donde se miden valores de las variables del proceso y muestra las señales de salida para la posición de los actuadores como una función de desviación del set point.

Mientras que, por medio de transmisión eléctrica, la información de proceso es comunicada a una central localizada donde el operador puede estar sentado y manipular todos los lazos de control en el sistema.

Los controladores remotos pueden modular con un número de lazos y la interfase del operador con el proceso puede ser por pantalla y teclado. La capacidad para el control es distribuido alrededor de la planta, mientras que la función del supervisor es centralizarse a un punto.

### TIPOS DE LAZOS EN EL SISTEMA:

#### Sistema de lazo abierto:

Son aquellos sistemas en los cuales el controlador no depende de información sobre las variables controladas, además, son sistemas en donde la salida no tiene efecto sobre la acción de control, es decir, la salida del proceso no se mide, ni se retroalimenta para compararla con la entrada.

#### Sistema de lazo cerrado:

Son aquellos sistemas donde el controlador recibe la información de la variable controlada para compararla con la señal de referencia y generar una señal de error la cual actúa directamente sobre el controlador, para que este genere la señal de control, con frecuencia se llama así a los sistemas de control retroalimentado.





La flexibilidad para hacer cambios aumenta, ya que son configuradas de software o firmware las que definen las interconexiones de las trayectorias de los datos y no los alambrados.

Toma menos tiempo la implementación de un sistema grande, ya que el trabajo del alambrado prácticamente se elimina. Se reducen los errores de configuración y se requiere menos tiempo para revisar las interconexiones.

El sistema de control es más confiable debido a la reducción substancial de las conexiones físicas del sistema.

En este sistema los elementos de comunicación viajan a través de medios como son cables, transmisión vía modems, VHF, UHF, etc. Esto para poder juzgar si el tiempo de respuesta y la capacidad del sistema son los adecuados para la aplicación en el proceso.

#### 4.5.- DISTRIBUCION FUNCIONAL.

Se llama así, debido a que cada unidad de control de proceso se encarga del procesamiento de un determinado número de señales, sin interferir en otros gabinetes y se forma de subsistemas como son, subsistema de interfase con el operador, subsistema de procesamiento, subsistema de conversión analógico/digital, etc. Ver figura 4.2

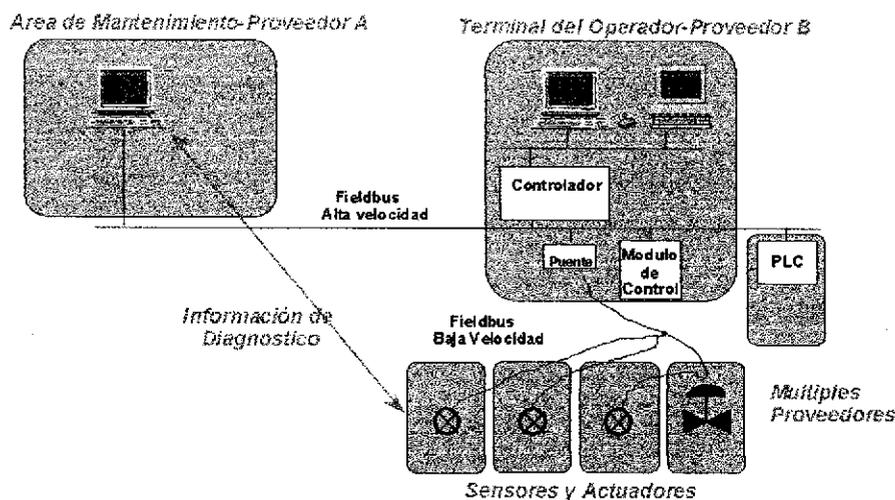


Figura 4.2 Distribución Funcional.



#### 4.6.- CARACTERÍSTICAS DEL HARDWARE DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.

Con el objeto de lograr máxima confiabilidad y eficiencia en el diseño de un sistema de control distribuido, se deberá tener en consideración que la configuración del sistema propuesto satisfaga ampliamente las necesidades presentes y futuras de cada empresa usuaria.

El equipo básico que integra un sistema de control distribuido (DCS) esta compuesto fundamentalmente por tipos de subsistemas o equipos, cada uno de ellos caracterizado por un estudio de ingeniería especializado, los subsistemas son:

- a) Equipo de procesamiento central.
- b) Equipo de telecontrol local.
- c) Equipo de procesamiento y presentación de datos.
- d) Equipo de comunicación para transmisión de datos.

La organización de estos equipos se conjuga en un sistema funcional que permite alcanzar los objetivos listados anteriormente. La configuración del sistema ha sido realizada con el fin principal de corresponder a los requerimientos técnicos y operativos que requiere un moderno (SDC).

Haciendo referencia al sistema mencionado, este responde a las exigencias de un moderno (SDC), debido a que entre otras cosas, tiene las siguientes características:

- ◆ Rapidez de adquisición de los datos desde las unidades locales.
- ◆ Control de la transmisión mediante la inserción en cada palabra de los bits de control.
- ◆ Verificaciones de los datos tanto en forma como en el contenido, verificaciones que preceden y siguen la eventual conversión de los datos.
- ◆ Gran rapidez de visualización de las situaciones de alarma y acontecimientos particulares, esta visualización puede hacerse en el panel mímico.
- ◆ Interconexión entre el hombre y el sistema, muy flexible y de vanguardia, realizada mediante el empleo de videos semigráficos de colores, de



teclados funcionales y toda una cantidad de mandos "software" que permiten realizar un interactivo informativo entre el operador y el sistema.

- ◆ Posibilidad de proveer un método de acercamiento gradual hacia métodos de gestión siempre más sofisticados.
- ◆ Gran capacidad de memorización de datos.
- ◆ Elevada confiabilidad de los componentes, ya sea en las remotas o en el centro de control.
- ◆ Elevada confiabilidad del sistema, pues en cualquier situación asegura la confiabilidad del servicio aunque con funciones rebajadas.
- ◆ Alta capacidad de manejo de información, ya que los sistemas se construyen modularmente.

#### **4.7.- DESCRIPCION DE LOS SUBSISTEMAS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.**

##### **- EQUIPO DE PROCESAMIENTO CENTRAL.**

Tiene la función de organizar el flujo de datos bidireccional entre el centro de control maestro y las remotas. Esto se obtiene entre otras, con una técnica a división de tiempo, que permite en pocos segundos recibir los datos de todas las remotas, dependiendo naturalmente de la velocidad de transmisión.

Los datos recibidos por el centro se envían a la computadora y al panel mimico de respaldo si existe, para ser procesados y presentados al operador. Desde la computadora y/o consola de respaldo, el operador podrá tener intervenciones sobre su red supervisada, teniendo acceso de control, en el momento que se necesite.

##### **- EQUIPO DE CONTROL LOCAL.**

El equipo de control local tiene la función de recoger las informaciones de la instalación controlada, transformarlas a forma digital para efectuar su transmisión hacia el centro de control por medio de equipo de transmisión, además, la remota envía a las instalaciones controladas los controles que llegan desde el centro de control.



## - EQUIPO DE PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS.

Debido a la complejidad del sistema, esta compuesto de una o dos computadoras, y sus equipos periféricos, discos, impresoras, videos, etc. Y de requerirse un panel mímico y de un equipo de emergencia denominado: consola de respaldo. El panel mímico realiza una transducción elemental de las informaciones proporcionadas por el equipo de telecontrol central, presentando al operador estas informaciones de manera simple por medio de lamparas e instrumentos analógicos o digitales.

El cuadro mímico provee al operador una imagen general y simplificada de la instalación controlada y de su actual estado. Esta visualización está hecha en hardware para no cargar la computadora de un trabajo rutinario y además para asegurar un aporte de información esencial para el operador durante los fuera de servicio de la computadora.

En efecto, de cada remota se dan sobre el mímico estas informaciones:

- Cambio de estado de una o más de las señales.
- Presencia de una alarma.
- Alarma general de la remota.
- Actuación del control.
- Distinción entre alarmas fundamentales y secundarias.
- Alarma de alimentación.

El tablero es opcional, pero es útil para que el operador tenga una indicación inmediata de la posición geográfica ocupada por la estación de alarma. Además en caso de falla de la computadora, no se tendrá más una situación completa de la red. Debemos tomar en cuenta que la función confiada al resumen de alarmas, es decir, poder distinguir las alarmas extemporáneas de las alarmas permanentes, además permite atraer sin retraso la atención del operador hacia el detalle de las periféricas que tienen alarma más urgente.

El tablero será formado por una estructura de mosaico con un área a determinar, sobre la cual se representa toda la zona interesada poniendo en evidencia el diagrama unifilar supervisado. Los cuadritos de mosaico propuesto serán en serigrafía con colores indelebles y tendrán el tamaño de 48 X 48 mm.

Cada puesto remoto será indicado con una plaquita luminosa de color rojo que permite la siguiente función, De pulsación indica que en el puesto periférico esté presente una alarma genérica que se refiere a los órganos de la planta o a los fuera del limite de las medidas. Simultáneamente, será llamada la atención del operador mediante la activación de un timbre que se hace callar con un botón apropiado previsto en la consola y en el banco central.



Con la operación de adquisición el operador se entera de la presencia de la alarma, y la lampara pasará de la pulsación a la luz fija. Cuando la alarma desaparece, se verifica el mismo acontecimiento, es decir claxon y parpadeo de la lampará. La adquisición apaga la lampara.

La computadora, se encarga de procedimientos de datos más complejos, tales como totalizaciones, promedios, extracciones, correlaciones, etc. La presentación de estos datos al operador, la computadora lo hace por medio de impresoras y unidades de vídeo, sobre los cuales pueden presentarse esquemas de las instalaciones controladas.

Desde el teclado de las unidades de vídeo, o desde botones situados en el panel mímico, el operador interviene sobre el sistema controlado. En caso de no existir una segunda computadora, ésta seguirá como respaldo de operación.

Los equipos mencionados anteriormente están representados por el fabricante, pero el usuario siempre determina sus características técnicas y sus accesorios según sean sus requerimientos.

#### **- INTERFASE DE EQUIPO DE PROCESO DE CONTROL.**

Estos equipos se encargan de transformar las medidas físicas de interés (presión, nivel, gasto, voltaje, etc.) a una señal electrónica de 4 – 20 mA, que sea aceptable para la remota. En este estudio se hipotiza que todos los transductores de medidas que se necesitan en el DCS están disponibles en las instalaciones y éstos tienen las siguientes características:

Salida	4-20 mA
Impedancia	600 ohms
Alimentación	117 VCA

#### **- EQUIPOS DE ALIMENTACION PARA EL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.**

En caso de interrupción de la energía eléctrica comercial, se recomienda utilizar equipo de alimentación de emergencia, mismos que serán definidos en sus características de acuerdo a su capacidad y configuración del sistema puesto.

Para las computadoras se necesita un sistema de energía eléctrica ininterrumpida (UPS) complementado con un banco de baterías.

Para asegurar la continuidad en la operación del sistema central de telecontrol y considerando que la operación de este es independiente del sistema de procesamiento, se requerirá de un cargador y un banco de baterías que nos garantice dos horas mínimas la operación del sistema de telecontrol.



#### **4.8.- SISTEMA DE COMUNICACIONES.**

Para poder proponer el más eficiente y económico sistema de comunicación se deberán verificar en campo, las condiciones geográficas del terreno sobre el cual se establece el sistema, asimismo se deberán verificar los servicios de comunicación existentes en la zona. Los principales medios para efectuar la transmisión de señales:

- a) Sistema de comunicación por cable torcido.
- b) Sistema de comunicación por onda portadora (alta tensión).
- c) Sistema de comunicación inalámbrica VHF/UHF/Microondas.
- d) Sistema de comunicación por fibra óptica.
- e) Sistema de comunicación mixta.

#### **4.9.- CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE PARA EL SISTEMAS DE CONTROL**

Existen conceptos generales que nos permiten comprender el tipo de software del sistema, el cual se clasifica en tres niveles según su utilidad. A continuación se describen los tres niveles de software.

##### **- SOFTWARE BÁSICO.**

Consiste en programas primitivos a través de los cuales es posible definir las funciones e interacción entre los componentes del equipo, tal es el caso del sistema operativo. Adicionalmente se incluyen en este nivel los programas que provee el medio ambiente dentro del cual se realiza la ejecución de otros programas. Pueden ser considerados dentro de esta clasificación a los compiladores de programas fuente.

##### **- SOFTWARE DE INFRAESTRUCTURA.**

Este software consiste en una serie de programas que representan herramientas para el Análisis, Diseño, Implantación y Mantenimiento de los programas. También se consideran dentro de esta categoría a los programas de configuración del sistema de procesamiento de algoritmos de control, comunicación de los equipos en los enlaces y redes, editores de programa y gráficos, así como las rutinas para la elaboración y ejecución de los programas de aplicación.

##### **- SOFTWARE DE APLICACIÓN.**

Consiste en una serie de programas que permiten la implantación y ejecución de funciones más poderosas y complejas. Se realiza con el fin de satisfacer



necesidades específicas no proporcionadas por los niveles anteriores. Es importante distinguir que este software permite la implantación de funciones reales a partir de funciones conceptuales.

#### 4.10.- FUNCIONES DEL SISTEMA.

El sistema ejecuta un conjunto de funciones distribuidas en módulos dedicados, siendo las, más importantes:

\* **Controlador on-off.** Observemos como el amplificador operacional puede utilizarse como un controlador on-off muy sensible gracias a la alta ganancia del amplificador. Bastará una pequeña diferencia de señales en la entrada para que se obtenga una salida total en voltios ligeramente inferior a la tensión de alimentación. Como señal de entrada se utiliza la diferencia entre la variable y el punto de consigna y el terminal de salida se conecta a un circuito de excitación del relevador final de control.

La zona muerta del controlador on-off se logra mediante una resistencia conectada en serie con el terminal no inversor del amplificador y con una resistencia conectada entre este último terminal y el de salida del amplificador. en la figura 4.3 puede verse un montaje de este tipo.

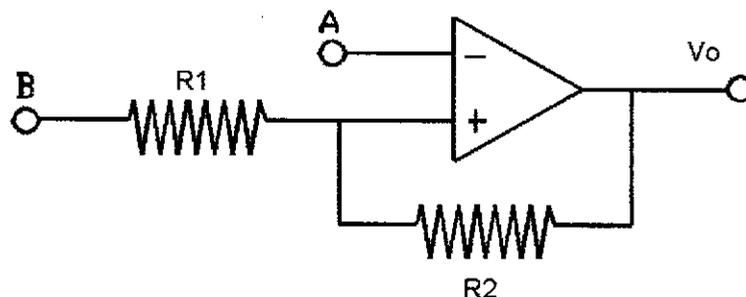


FIGURA 4.3. CONTROL ON-OFF ELECTRONICO.

Su funcionamiento es el que sigue: cuando la señal en el terminal B aumenta unos pocos milivolts con relación a la del terminal A, la salida  $V_o$  aumenta y es realimentada vía la resistencia R2 a la entrada del amplificador, bloqueando éste. El amplificador permanece en estas condiciones gracias al divisor de tensión que forman los terminales B y la salida.

Para que las condiciones iniciales se restablezcan, la señal de entrada debe bajar los suficientes milivolts, con relación al terminal inversor, para compensar el efecto del divisor de tensión  $R1R2$ . El valor de la zona muerta depende de la relación  $R2/R1$  y será tanto más pequeña cuanto mayor sea esta relación.



\* **Controlador P, PI, PID.** Estos controladores realizan cálculos individualmente dentro de un computador, generando las señales que van a las válvulas o a cierto proceso y realiza las siguientes funciones:

- a) Explora las variables de entradas analógicas y digitales.
- b) Las compara con los puntos de consigna e introduce la señal de error en el algoritmo de control correspondiente.
- c) Envía las señales de salida a las válvulas de control de proceso.
- d) Se cuenta con instrumentos analógicos en paralelo con el computador en los puntos críticos y actúan como reserva en caso de fallo.

El computador está enlazado con el proceso y las señales procedentes de los transmisores de campo se reúnen en un terminal y pasan a una unidad de filtrado y acondicionamiento donde son convertidas a señales digitales, para ser usadas en los cálculos posteriores de control.

Estas señales pueden tener varios orígenes:

Termopares  
Reóstatos  
Tacómetros  
PH y conductividad  
Señales procedentes de transmisores, etc.

Después se conectan a un multiflexor donde, de forma aleatoria o secuencial, pasan al computador. El computador permite comprobar cada señal de entrada y compararla entre límites prefijados para detectar si sale fuera de estas magnitudes y determinar a través de la lógica del computador, las causas de la desviación iniciando una alarma o bien imprimiendo instrucciones para la operación de la planta. Por otro lado el computador dispone de varios algoritmos de control, de los cuales el más típico es el PID.

\* **Controlador secuencial.** Este enlaza el control analógico con el control lógico. El control secuencial se realiza con un conjunto de instrucciones o sentencias, parecidas a programas de ordenador que establecen en el tiempo los puntos de ajuste de cada elemento para que tenga lugar la secuencia deseada. Efectuará las secuencias de eventos y acciones lógicas de acuerdo con las funciones de arranque y paro, situaciones anormales y de emergencia definidas para el funcionamiento de los equipos y operación de la planta.

\* **Adquisición de datos.** Se encarga del procedimiento de las señales digitales y analógicas del proceso, cubriendo las tareas de muestreo, filtrado, detección de límites y reporte a los niveles o funciones de control y supervisión superiores. Esta filosofía de control utiliza la instrumentación electrónica de tipo analógico y/o digital para el control automático del proceso y en forma paralela, las señales de los



transmisores de campo son enviadas a los controladores, indicadores o registradores y por lo tanto a una computadora, la cual recibe en forma precisa, explícita y ordenada la información del proceso. La computadora entrega a su vez esta información o datos al operador a través de convenientes interfases hombre-máquina.

\* **Control analógico.** En los casos requeridos se ejecutará esta tarea por medio de bloques computacionales que contienen diversas funciones. El procesamiento de un bloque de control proporcionará una salida con base al algoritmo asignado, la variable de proceso, el punto de ajuste, los límites de operación y otros datos específicos de la aplicación.

\* **Funciones avanzadas.** Son aquellas tareas tendientes a incrementar la disponibilidad, confiabilidad, seguridad y eficiencia en el suministro de energía eléctrica a la planta. Para este propósito se consideran los siguientes paquetes de programas:

- \* Despacho económico de carga
- \* Control de generación
- \* Supervisión y control de carga
- \* Cálculo de costos de producción
- \* Control digital directo y supervisorio
- \* Control de seguridad
- \* Análisis y supervisión de la red
- \* Cálculo de flujo de carga
- \* Control automático de voltaje
- \* Supervisión y control de fluidos y materiales.

#### 4.11.- CUARTO DE EQUIPO.

Normalmente el equipo que integra el subsistema de procesamiento central debe estar montado en un cuarto de control y de equipo que cumpla con las siguientes especificaciones arquitectónicas y funcionales:

- \* Area suficiente con distribución adecuada de los equipos y fácil acceso
- \* Colores agradables al operador, niveles de iluminación de 600 luxes
- \* Requerimiento de seguridad de tierras (3 ohms máximo)
- \* Distribución adecuada de energía eléctrica
- \* Disponibilidad de piso flotante, aislamiento contra ruido
- \* Disponibilidad de un buen arreglo de charolas de soporte para el cableado
- \* Disponibilidad de un sistema de una máquina de aire frío
- \* Disponibilidad de líneas de comunicación
- \* Disponibilidad de un equipo contra incendio



## V. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.

### 5.1 GENERALIDADES.

Son tres las grandes áreas del conocimiento humano que confluyen para la aplicación, implementación y el logro del sistema digitalizados de control distribuido, de la terminal de Almacenamiento y Distribución de gas L. P. en Salina Cruz Oaxaca.

- La evolución de los sistemas de control.
- La evolución de la tecnología de la electrónica.
- La evolución de los sistemas computacionales.

#### **Evolución de los sistemas de control:**

Estos sistemas evolucionaron aceleradamente a partir de 1930, especialmente debido al desarrollo de la industria militar europea, concretamente la alemana, a permitido emigrar en 45 años de los controladores mecánicos y lógica de relevadores básica hasta el establecimiento en 1975 del primer sistema de control distribuido, posteriormente hacen su aparición el sistema de control avanzado y el sistema de control gerencial , que permite operar con estaciones de proceso inteligentes, mismas que realizan el control distribuyéndose funcional y geográficamente.

<b>DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL</b>
1930 Controladores mecánicos y gobernadores.
1934 Control Neumático.
1938 Transmisión Neumática
1940 Relevadores e interruptores de posición
1958 Primera computadora monitoreando planta eléctrica.
1959 Primer sistema supervisó río en refinería
1960 Primeros controladores electrónicos
1963 Primer sistema de control digital directo
1970 Instrumentación electrónica sobre neumática
1975 Primer sistema de control distribuido.



### **La evolución de la tecnología de la electrónica.**

La electrónica es uno de los campos de mayor desarrollo de este siglo, inicio en las postrimerías , con la aparición de los tubos de vacío, comúnmente denominados bulbos, posteriormente apareció la electrónica de estado sólido cuyo desarrollo acelerado se inicio con la aparición del transistor que miniaturizo los circuitos electrónicos posteriormente aparecieron las compuertas lógicas, los circuitos integrados y la microelectrónica, esta ultima ha permitido la construcción de computadoras personales que han revolucionado los sistemas de trabajo del hombre.

### **La evolución de los sistemas computacionales.**

La evolución de la tecnología electrónica desde 1942 con la primera computadora ENIAC, la operación microprocesador y la computadora personal permitieron en forma definitiva los sistemas computacionales al control de procesos.

La evolución de los sistemas computacionales ha permitido escalar desde el nivel de control en sitio, cuya base estructural son los elementos primarios de medición y los elementos finales de control, hasta el sistema de control gerencial en donde se planea la producción apoyados en sistemas de computo e informática, que relacionan la mercadotecnia, las finanzas y la administración, es decir las necesidades de alta dirección, con los sistemas de control de proceso. El enlace se logra mediante redes de información de alta velocidad con protocolos de comunicación que regulan el envío y la recepción a través de los diversos sistemas de procesamiento de datos que conforman el sistema integral del control gerencial.

## **5.2 CRITERIOS Y LINEAMIENTOS PARA LA SELECCIÓN Y ESPECIFICACION DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.**

Todas las diferencias en equipo y diseño tienen gran significado para hacer una selección. La importancia de preparar una especificación comprensiva es complicada y debe cumplir con ciertos requerimientos de los cuales se mencionaran algunos. Muchos usuarios interesados en leer acerca de sistemas de control no tienen complicaciones con este tipo de sistemas, su instrumentación para adquisición de datos opera por secciones y se caracterizan por acciones inteligentes para la instalación existente.

- La primera decisión para hacer una selección de un sistema de control digital es si usted realmente lo necesita y si puede adaptarse al ambiente de trabajo.
- Debemos hacer un conteo de los lazos de control, considerar si se aplicara a un sistema analógico o digital para tener en cuenta el costo económico.



Se debe considerar un controlador maestro para cuando existan varias lógicas digitales. Determinando lo que queremos y necesitamos hacer en nuestro proceso.

Definir el tipo de distribución que emplearemos, ya sea esta funcionalmente o geográficamente distribuida.

Determinar los tipos de subsistemas que emplearemos en nuestro sistema de control, siendo el requerimiento principal la adquisición de datos.

Especificar correctamente las características más importantes del Hardware y Software del sistema. Teniendo en consideración que tipo de Software se empleara. (básico, de infraestructura o de aplicación).

Determinar correctamente las funciones deseadas para el proceso, tales como adquisición de datos, control analógico, control secuencial y funciones avanzadas.

Establecer un área de trabajo para la distribución del equipo, tomando en cuenta la flexibilidad, porque las expectativas de cambio de las estrategias de control se pueden hacer antes o después de la instalación, esto por las ventajas que ofrecen los sistemas de control distribuido.

Considerar que se contará con equipo de procesamiento central, control local, procesamiento y presentación de datos, comunicaciones, alimentación eléctrica, interfase de equipo de proceso y equipo de control.

Se deberá apegar a un sistema de comunicaciones por cable torcido, por onda portadora, comunicación inalámbrica VHF/UHF/Microondas/Fibras óptica o comunicación mixta.

Para poder mantener en óptimas condiciones un sistema de control distribuido se deberá hacer una especificación detallada sobre los requerimientos de UPS, entrenamiento, mantenimiento, y herramientas, arquitectura general y evaluación.

Otras de las cosas importantes que se deben tomar en cuenta son las condiciones ambientales, porque en determinado equipo electrónico la condensación del agua provocaría un corto circuito.

Tomadas algunas de estas decisiones será importante considerar el costo de Hardware, instalación, mantenimiento y adiestramiento. Cuando se decida considerar características de los productos, experiencia, diseños futuros, y sus facilidades para adiestramiento y servicio.



Lo anterior mencionado es absolutamente necesario para entender la aplicación de los equipos que se usarán, pero fuera de sí el sistema es imposible de realizar una evaluación significativa. Un buen camino para organizar esta información para uno mismo es crear una comparación básica de cotizaciones para escribir una especificación.

La especificación pudiera escribirse en el contexto de los requerimientos. Puede ser general ya que puede igualar las necesidades de la aplicación.

Capacidad corporativa	Capacidad personal
Capacidad internacional	Estado financiero
Experiencia en proyectos	Experiencia de ingeniería
Instalación y soporte	Experiencia de servicio
Cuantas instalaciones vendidas	Tiempo de operación de equipos
Soporte técnico	Documentos disponibles

Otras consideraciones que debemos tomar son:

Las restricciones del medio ambiente, distancias, espacio libre y la capacidad de reserva.

Los requerimientos funcionales incluyendo diagnósticos, adquisición de los datos y algoritmos de control.

Requerimientos específicos de la arquitectura, redundancia y multiplexaje del sistema de control.

La cantidad de programas que se necesitan, dependiendo de su capacidad, además debemos considerar la cantidad de entradas y salidas, digitales y analógicas

Por último no olvidemos que debemos considerar los requerimientos para lo siguiente:

- Manejo de alarmas
- Voltajes
- Algoritmos de control
- Gráficos
- Desplegados
- Impresiones
- Exceso de capacidad.



### 5.3 NIVELES DE AUTOMATIZACIÓN.

En la figura se representan claramente los diferentes niveles de aplicación requeridos por el Sistema Digital de Control Distribuido, los cuales tienen una concepción piramidal que inicia con la instrumentación de campo y que culmina con el control Gerencial. Esta concepción está formada de cinco niveles, los cuales son descritos en forma más amplia en los siguientes párrafos.

**Primer nivel.-** Es la base de la pirámide y muestra el proceso de producción que se desea controlar.

En este nivel se encuentran los elementos primarios, secundarios y finales de control.

**Segundo nivel.-** En este se realiza el control automático del proceso a través de los dispositivos electrónicos necesarios, que se instalan en cuartos de control locales y/o principales.

En este nivel se reciben las señales de proceso y seguridad, también se envían las señales respectivas a los elementos finales de control.

**Tercer nivel.-** En este nivel se realiza un control de tipo administrativo, por centro de procesamiento o complejo industrial.

**Cuarto nivel.-** En el cual también se realiza un control de tipo administrativo pero a nivel regional o de distrito.

**Quinto nivel.-** Dentro de este, es posible establecer las políticas de producción a niveles directivos, para ello es necesario enviar la información a través de los medios más adecuados.

### 5.4 GRUPOS FUNCIONALES QUE INTEGRAN EL SISTEMA.

De acuerdo a la arquitectura y topología, a continuación se definen los grupos funcionales que integran al sistema de control que deben implantarse:

#### A) GRUPO FUNCIONAL DE RECIBO, ENVIO Y DESFOGUES

Se refiere al sistema de control de recibo, envío y desfuegos integrado por las unidades de control (una para el recibo y otra para el envío las cuales estarán en redundancia para el monitoreo y control de las variables), y programas necesarios para realizar el control de las variables del proceso, la instrumentación para medición y control de flujo y presión, medición de densidad y temperatura del producto que se recibe por ducto así como la transmisión de estas señales a la unidad concentradora de datos para establecer el enlace con las estaciones de operación/configuración y trabajo.



## **B) GRUPO FUNCIONAL DE LLENADO Y REFRIGERACION**

Se refiere al sistema de control de llenado y refrigeración, el cual esta integrado por la unidad de control local, y programas necesarios para realizar el control de las variables del proceso, la instrumentación para medición y control de nivel, presión y temperatura, monitoreo de presión y temperatura del producto, así como la transmisión de estas señales a la unidad concentradora de datos, y establecer el enlace con las estaciones de operación/configuración y de trabajo.

## **C) GRUPO FUNCIONAL DE ALMACENAMIENTO Y BOMBEO**

Se refiere a la unidad de control local y programas necesarios para realizar el control de las variables del proceso, la instrumentación necesaria para medición y control de nivel y presión en el tanque interno del tanque criogénico, monitoreo de nivel, temperatura y densidad en el tanque interno y monitoreo de presión en el espacio anular del tanque criogénico, así como la transmisión de estas señales a la unidad concentradora de datos y de esta unidad establecer el enlace con las estaciones de operación/configuración y de trabajo.

## **D) GRUPO FUNCIONAL DE SERVICIOS AUXILIARES**

Se refiere a la instrumentación necesaria para:

- Medición y control de nivel, PH, monitoreo de flujo, presión y temperatura, vibración de los ventiladores en la torre de enfriamiento
- Medición y monitoreo de nivel de aceite en los motores de los compresores de aire de instrumentos y terminales, monitoreo de presión y temperatura en la succión y descarga de los compresores de aire.
- Regulación y control de presión del sistema de nitrógeno.

Estas señales serán llevadas individualmente (hilo por hilo) a la unidad concentradora de datos para hacer el enlace con las estaciones de operación/configuración y con la estación de trabajo.

## **E) GRUPO FUNCIONAL DE CONTROL SECUENCIAL Y DE MEDICION DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO.**

Se refiere al sistema de seguridad integrado por la instrumentación, equipo y programas necesarios para la detección y señalización de fuego, mezclas explosivas, supervisión de la operación del sistema hidráulico de seguridad (válvulas, vickers ) y la supervisión y control de la red contra incendio del área de gas, así como el enlace de comunicación entre el equipo e instrumentación



que integran el sistema de seguridad (contra incendio) con el objeto de procesar la información generada y transmitirla a la red de área local ( LAN ) con el grupo funcional de enlace y control maestro.

#### **F) GRUPO FUNCIONAL DE OPERACION DE COMPRESORES Y DE OPERACION Y CONTROL DE VALVULAS MOTORIZADAS.**

Se refiere a la unidad de control local, equipo, programas e instrumentación que permitan controlar la operación de compresores cuando alguno de ellos, por razones de operación, deba cambiar su etapa de compresión, esto es de baja (de 0 @ 4 kg /cm<sup>2</sup>) a alta (de 4 @ 16 kg /cm<sup>2</sup>), lo que implicara la apertura y cierre de las válvulas operadas por actuadores eléctricos localizadas en el arreglo de compresores para manejo de vapores. Se deberán considerar, así como establecer comunicación en forma seriada y protocolizada de las señales requeridas a la unidad concentradora de datos y mediante esta unidad establecer en enlace con la estación de operación/configuración y de trabajo. En este grupo funcional se deberá contemplar la operación y control de las válvulas motorizada del tanque criogénico y de los patines de recibo y envío.

#### **G) GRUPO FUNCIONAL DE ENLACE.**

Se refiere al equipo y programas que permitan establecer la comunicación y enlace entre los grupos funcionales (sistemas de control) y, grupo funcional de control secuencial y de medición del sistema contra incendio (sistema de seguridad) con la unidad concentradora de datos, la cual a través de una red principal de área local (LAN), comunica al grupo funcional de interfaz con el usuario (estaciones de operación/configuración), a la estación de trabajo del sistema de seguridad así como una interfaz de comunicación al cuarto de control del edificio administrativo de la terminal refrigerada de salina cruz (TRSC) y la interfaz para el área administrativa de PGPB. El sistema debe soportar las bases de datos, programas y el procesamiento de datos necesarios para cubrir el alcance indicado en el capítulo 6 "filosofía de operación".

#### **H) GRUPO FUNCIONAL DE INTERFAZ CON EL USUARIO.**

Se refiere al equipo y programas de software, que permiten al usuario comunicarse con los demás grupos funcionales para su configuración inicial, así como presentar, manipular y procesar la información requerida en el sistema para la operación, monitoreo y control del proceso y en la generación de reportes administrativos, con el objeto de cubrir el alcance total indicado en el capítulo 6 "filosofía de operación".

Grupo funcional de interfaz con equipo de computo área administrativa, (SITEDI).

Se refiere al equipo y programas necesarios para interfazar con el sistema un servidor sun sparc server 10 y una estación de trabajo sparc clásic existentes



en área administrativa, con el objeto de compartir y transferir información entre las bases de datos de ambos sistemas.

### **5.5. Topología y Protocolos de Comunicación del Sistema.**

Este concepto se refiere, a la red de comunicaciones entre todos y cada uno de los dispositivos que componen el sistema.

Por lo tanto para lograr que el sistemas de monitoreo y control se puedan integrar adecuadamente se establece un protocolo de comunicación que es un conjunto de reglas o procedimientos que proporcionan una técnica uniforme para gobernar un enlace de comunicación. Estas reglas o procedimientos proveen la administración, asignación y control de los recursos involucrados, así mismo los métodos para evitar y/o solucionar problemas acontecidos por situaciones de excepción en cualquiera de los elementos involucrados.

La topología del sistema establecida será la siguiente:

Comunicación interna:

- |                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| A) Tipo de Red :      | Lan ( local área Network) |
| B) Tipo de Topología: | Canal abierto             |
| C) Redundancia:       | Requerida                 |
| D) Cable de Red:      | Fibra Óptica              |

Comunicación Externa:

- |                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| A) Tipo de Red:       | Wan ( Wide área Networ) |
| B) Tipo de Topología: | Canal abierto           |
| C) Tipo de interfase: | Router                  |

Los protocolos de comunicación que se establecen son los siguientes:

A nivel de instrumentación inteligente se propone la implantación del protocolo HART.

A nivel de RPU se propone el protocolo MODBUS, el cual es un protocolo de comunicación estándar, esto es, debido a que por sus características sobresalientes tiene una gran cantidad de usuarios.

Lo anterior ha obligado a diferentes proveedores a proporcionar sistemas compatibles con este estándar.

A nivel de submaestra (consolas de operación) se propone la comunicación mediante la red ETHERNET, utilizando el protocolo alto nivel TCP/IP, este es un



conjunto de protocolos de comunicación que hacen que máquinas heterogéneas se comuniquen a través de redes de comunicación de paquetes heterogéneos. El conjunto de protocolos TCP/IP es de mayor disponibilidad y el más usado de los protocolos estandarizados.

### **CONFIGURACION DEL SISTEMA DE CONTROL.**

La configuración del sistema se encarga de establecer las diferentes funciones de control, indicación, registro y administración, que han de realizar las unidades de control de proceso, adquisición de datos, almacenamiento masivo de memoria e interfaz con el operador, con sus subsistemas basados en microprocesadores. Dichas funciones van desde el circuito o lazo de control sencillo, hasta circuitos multivariables y funciones administrativas.

La configuración del sistema se hace en base a programas, generalmente establecidos por el fabricante del sistema, esto es, cada fabricante ofrece un número suficiente de algoritmos con los cuales el operador puede configurar el sistema con relativa facilidad.

Una vez definida la configuración del sistema es necesario e imprescindible complementar con los datos que se requieren para operar el sistema, tales como, punto de ajuste, rango del controlador, límites de alarmas, ganancia del controlador, etc. A este conjunto de información se le conoce con el nombre de base de datos del sistema.

Después de configurar el sistema con su respectiva base de datos, ambos se almacenan en unidades de memoria masiva con el fin de contar con dicha información de respaldo. Es recomendable, que en actitud de configuración y establecimiento de la base de datos del sistema, se realice conjuntamente entre el fabricante y el personal de ingeniería de diseño, y de ser posible con el personal de operación de la planta.

### **REDES DE COMUNICACIÓN.**

Tradicionalmente los departamentos de procesamiento de datos en las empresas han definido sus necesidades de computo y han aplicado sus propias soluciones para lograr la automatización; con relación a este último objetivo se efectuó un sondeo en el área industrial, encontrándose, que en algunas empresas, se han desarrollado recursos específicos para la automatización de sus operaciones, mientras que en otras no lo han hecho. Desprendiéndose de lo anterior, que la selección del equipo de procesamiento de datos en el campo industrial fue llevada a cabo por influencia externa.



A raíz de la entrada de los microprocesadores en el mercado, aunado a los avances en el campo de la automatización, esto produjo confusiones en algunas empresas ya que encontró que tenían cientos de recursos cibernéticos incompatibles entre sí. Lo anterior fue ocasionado porque cada departamento adquirió sus computadoras para sus propias necesidades sin considerar la posibilidad futura, de integrarlas con otras en una red de información común.

En la actualidad, la incorporación de las "redes de área local" (LAN) se han convertido en el cursor por excelencia para incluir en ella el "Lazo completo de control" de toda la empresa, lo cual se convirtió en recursos de bajo costo.

La red de área local puede conectarse con todo tipo de computadoras para que todos los usuarios potenciales puedan compartir la información que la red contenga, así como también otros recursos existentes en la misma, como pueden ser impresoras, gráficos, módems, etc.

### **APLICACION DE LAS REDES DE ÁREA LOCAL.**

Las redes de área local pueden integrarse a varias fuentes de información, para contribuir a la optimización de las operaciones. En una LAN pueden conectarse varios (PLC) con un procesador central, donde se pueda guardar y procesar la información de cada uno de los PLC.

### **DEFINICION DE UNA RED DE AREA LOCAL.**

En forma simplificada se relacionan algunas de las cualidades de una red de área local, ésta es una combinación de Hardware y Software que permite que dos o más recursos puedan compartir por un lado, la misma "base de datos" los programas (aplicaciones o paquetes), y por otro aprovechar los recursos Hardware conectados a la red, dando a estos las instrucciones mediante el sistema operativo de la red (Software).

Algunas de ellas se relacionan aquí.

Una LAN puede facilitar la tarea de conectar "nodos" en la red al mismo tiempo que libera el acceso a otros recursos.

Las LAN pueden prestar sus servicios en áreas reducidas y amplias con distanciamientos de hasta ochenta kilómetros.

Una LAN es un sistema de comunicación de datos, misma que es diferente en un enlace punto a punto, tal como se hace con la conexión estándar lo cual es



un enlace normalizado por la asociación de la industria electrónica en E.U.A. con el enlace RS-232C primero se definen las interfaces entre la Información del equipo de cada terminal y el equipo de comunicaciones, aunque para tal sistema su instalación es relativamente de bajo costo, éste es muy limitado en sus funciones ya que es más lento que una red de área local.

La velocidad de transmisión de información que se enlaza por medio de RS-232C no pueden exceder de 19000 baudios mientras que las redes de área local pueden transmitir hasta 10.0 Mb/s además proporcionan gran flexibilidad en función de los accesorios con los que puede enlazarse y conectarse.

Hay varios tipos de redes, cada una presenta ventajas para los usuarios según la aplicación que se requiere.

### **METODOS DE SEÑALIZACION.**

Las señales pueden ser transmitidas por tres maneras a saber, la selección del medio de señalización es muy importante para lograr flexibilidad, capacidad de transmisión de datos y bajo costo de instalación.

**REDES DE BANDA BASE:** La banda base posibilita la transmisión de señal tanto analógica como digital, bajo la condición de un "mensaje a la vez" sin tener que modular la señal antes de acceder.

En algunos sistemas la señal digital es codificada en el transductor con un pulso antes de cargarse al medio de transmisión. Cuando llega la señal a su destino, ésta se codifica en su forma original.

En general la banda base es el medio de transmisión menos costoso, esto. También debido a su facilidad de instalación y flexibilidad. En los sistemas de banda base, el hardware tiene los requerimientos siguientes:

Cableado.

Modulo de interfase.

Repetidoras electrónicas para amplificación y retransmisión de señal.

### **REDES DE BANDA ANCHA.**

Las redes de banda ancha pueden transmitir señales analógicas y digitales, tal como "voz" o "video", enviando cada uno por separado. En las redes de banda ancha, la señal se modula a frecuencias de poca interferencia por medio de un modulador de radio frecuencia (RF), cuando la señal llega a su destino, es demodulada a su frecuencia original.



En las redes de banda ancha pueden viajar juntas en el mismo cable, varias señales como:

- \* Audio.
- \* Seguridad.
- \* Teléfono.
- \* Procesamiento de datos.

Cada una por un canal de comunicación particular. Aunque la banda ancha ofrece la mayor flexibilidad en la transmisión de las señales, su costo es más elevado; comparado con la banda base y la banda portadora, esto es motivado tanto por el Hardware necesario para estas redes como la asistencia ingenieril para mantener el balance apropiado a través de la red.

Una de las particularidades de las redes de banda ancha es que, una vez que todos los nodos de la red están ocupados, ya no es posible añadir nuevos nodos en diferentes localizaciones de la original, para hacer estas modificaciones, se tendrá que *rediseñar*.

También este tipo de red limita la expansibilidad, sin embargo, para instalaciones mayores, donde se requieren canales múltiples sobre un solo cable, la red de banda ancha es la única solución.

Los componentes típicos de una red de banda ancha son los siguientes:

- \* Amplificadores.
- \* Atenuadores.
- \* Terminadores.
- \* Remoduladores.
- \* Separadores.
- \* Moduladores de radio frecuencia (Rf).
- \* Cable especial.
- \* Atención de especialistas.

## **BANDA PORTADORA.**

Las redes de banda portadora difieren de las redes de banda base en que la señal debe modularse antes de ser accesada. Con respecto a la banda ancha la señal viaja únicamente sobre un solo canal de frecuencia en cada banda portadora, ésta en su caso puede ser uno de los canales de la banda ancha antes mencionada.



Los componentes indispensables del hardware de las redes de banda portadora son:

- \* Cableado.
- \* Modems
- \* Terminadores.

### **METODO DE ACCESO.**

El método de acceso es un conjunto de reglas o protocolos que controla la forma en que se transmite a la red (LAN), la información que se pretende acceder, en otras palabras, que tantas acciones se verifican en cada nodo para conseguir el acceso a la red de trabajo para transmitir la información y también la forma en que sale la información en cada nodo de la red, actualmente se trabaja con dos métodos, el de elección y el de contención.

### **METODO DE ELECCION.**

El método de elección tiene la característica de que en cada nodo se *pregunta* si hay alguna información por transmitir, el protocolo más conocido actualmente es el "sistema de elegir muestra al paso" (token passing-a polling system).

Con el protocolo "al elegir pasar" cada nodo. Por medio, de una palabra corta de acceso "password" como señal, para determinar si el nodo contiene un paquete de información para transmisión, cuando un nodo contiene un paquete de datos, este se convierte momentáneamente en el "controlador maestro" de la red y envía su mensaje sobre el nodo receptor que "elige". En el caso de que el nodo no contenga ninguna información para enviar entonces libera la comunicación.

### **METODO DE CONTENCIÓN.**

En un sistema de "contención" los nodos compiten entre sí para acceder a la red, en otras palabras en un sistema de contención la comunicación es similar a la de una platica entre dos personas, mientras una habla la otra escucha, cuando la primera persona calla la segunda empieza a hablar, si ambas hablan al mismo tiempo, ambas hacen una pausa breve de tiempo y la primera persona que empieza, la conversación sin interrupciones, es la que controla la conversación.

En el caso de que más de dos personas están involucradas en una conversación, la oportunidad de hablar se hace más difícil, la posibilidad de que dos de ellas hablen a la vez es más alta, es decir, que cuando dos mensajes



chocan en una red de contención durante su transmisión ambos deben retransmitirse, hasta que el mensaje entre a la red para cada usuario.

La probabilidad de choque se incrementa conforme aumente el número de nodos de la red; en otras palabras, dependiendo del número de nodos, la frecuencia de envío de mensajes y aun con la aplicación de un sistema CSMA/CD; puede ser insuficiente, para la transmisión de la información en *tiempo real*.

## SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.

También es conocida como red de comunicación, se le denomina al conjunto de líneas de transmisión que realizan el enlace físico entre la unidad de control y los periféricos del sistema. Los más comúnmente usados son:

**CABLE TRENZADO DOBLE:** por su parte, ofrece baja protección contra el ruido ya que este tipo de cable no cuenta con pantalla de protección. Este cable es bajo en costo y fácil instalación; pero su velocidad de transmisión es baja, del orden de 2.0 mb/s en la actualidad se esta tratando de mejorar su capacidad; pero tiene la desventaja de no estar protegido contra el ruido y esto, en los medios de comunicación es vital.

**CABLE COAXIAL:** es el que más se emplea hoy en día, además de ser el de mayor difusión, por su uso para la industria de televisión, el cable coaxial tiene una pantalla de protección que aísla la señal del ruido e interferencias exteriores. El cable coaxial se recomienda para las redes de velocidad moderada y alta, del orden de 1.0 a 15.0 Mb/s.

**FIBRA ÓPTICA:** este ofrece la mayor protección contra el ruido de tipo eléctrico, este medio ofrece la posibilidad del manejo de altas velocidades hasta 2000 Mb/s.

El cable de fibra óptica esta aprobado para aplicaciones peligrosas de seguridad, esto debido a que la señal luminosa viaja adentro del cable en lugar de la señal eléctrica. El costo del cable es mayor, que los otros tipos de cables, pero además de eso, puede manejarse para el envío de señales a más largas distancias. Es importante hacer notar que la transmisión de información a través de estos canales, se realiza en base a normas ya establecidas por asociaciones como: ANCI, ANSI; etc., y son llamados comúnmente como protocolos de comunicación.



## INTERFAZ CON EL OPERADOR.

Son todos aquellos dispositivos que se encargan de establecer una comunicación directa entre las unidades de control de proceso y el operador, con la imprescindible ayuda del canal principal de comunicación; esto es, la interfaz del operador sustituye y elimina los problemas existentes en un tablero principal de control.

Los dispositivos que comprenden la interfaz del operador básicamente son:

- \* Pantallas de rayos catódicos
- \* Teclados
- \* Unidades de memoria
- \* Impresoras
- \* Video copiator

## SOFTWARE DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN.

El Software de las redes de comunicación juega un importante papel para el diseño de una red de comunicaciones eficiente, donde la conexión física de los cables con sus respectivos equipos de proceso de la red, no establece automáticamente el flujo de información, para ello es necesario instalar mayores recursos de control de flujo de datos en la red.

En una red de comunicaciones LAN son necesarios dos tipos de Software.

a) El Software de "conducción" controla el paso de la información a la red, proporcionando también las reglas o protocolo de acceso, lo cual corresponde al método de acceso empleado en la red.

b) El Software de "sistema operativo de la red" es un conjunto de programas más complejo, la primera función de este Software es prestar servicio a las necesidades de los usuarios de la red, tal como acceso a los archivos de datos, impresoras, gráficadores, etc. básicamente existen dos tipos de Software para el sistema operativo de la red.

## SISTEMA OPERATIVO TIPO RECURSOS COMPARTIDOS.

En el ambiente de *recursos compartidos* un *servidor* central de archivo maneja la distribución y acceso a todos los archivos de la red, esto lo hace el archivo central de servicio guardando la rutina de acceso al disco de alta velocidad, el Software también en cada nodo a fin de interceptar cualquier requerimiento periférico y volver a enviar la señal al archivo central de servicio, si fuera necesario.



## **SISTEMA OPERATIVO PUNTO A PUNTO.**

En una red "punto a punto" el sistema operativo (Software) se sitúa en cada nodo y al igual que en el ambiente anterior, el sistema operativo decreta las solicitudes de entrada, las cuales rendirá hacia otros nodos de la red, cuando esto es necesario.

A diferencia de las redes cuyo sistema operativo es el de "recursos compartidos", en este caso, no se cuenta con un *servidor* central de archivo para almacenamiento, así como los nuevos no están optimizados par al archivo de acceso; dando esto como resultado un compartimiento de baja eficiencia a comparación de las redes de recursos compartidos.

## **SOFTWARE PARA REDES DE AREA LOCAL.**

Actualmente hay varios vendedores de paquetes de Software para el sistema operativo de las redes de comunicaciones, los cuales pueden soportar una gran cantidad de protocolos de redes de informática. Los sistemas operativos más conocidos son: Novell, Advanced Netware, Western Digital's Vianet, Banyan System's Vines y Torus Tapestry.

Actualmente, el sistema operativo más usado con cualquier tipo de red de comunicaciones es Advenced Netware mínimo que se instala en un *servidor central de archivos* para manejar todas las solicitudes de archivos de datos compartiendo las solicitudes para entrar en los equipos periféricos como son las impresoras de la red.

Cuando se emplea Netware, todos los nodos de la red deben comunicarse con el servidor central de archivo, además, Netware no soporta la comunicación con las redes que tiene el sistema operativo "punto a punto". Este sistema operativo

Ofrece acceso rápido y seguro a los archivos, además de respaldo centralizado de seguridad (back-up).

## **5.6 FUNCIONES DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.**

El Sistema Digital de Control deberá desarrollar como mínimo las siguientes funciones:

- Supervisión desde el cuarto de control de las condiciones de operación, calidad de los productos, flujos manejados, etc., de todas las áreas operativas de la terminal, en las que se deberá monitorear: presiones, temperaturas,



niveles, densidad, tendencias, estados, información principal del sistema de control del área de compresión

- Supervisión de toda la información disponible en el cuarto de control del área de producción de la Terminal.
- Supervisión desde el cuarto de control de compresión de las condiciones de operación, calidad de los productos manejados, etc., de todas las secciones del área de compresión.
- Control regulatorio y discreto de todas las variables de las diferentes secciones de proceso indicadas en los DTI's y necesarias para garantizar la estabilidad y optimización de los procesos.
- Detección y alarma de todas las condiciones de operación anormales que se presenten en la instalación.
- Adquisición y almacenamiento de condiciones de operación, medición de fluidos y eventos para la elaboración de análisis de tendencias, balances de materia, reportes de operación, estudios estadísticos, etc.
- Mantener condiciones de seguridad óptimas que permitan presentar la integridad física del personal operativo, las instalaciones y el entorno ecológico a través de un sistema de paro por emergencia.  
Teniendo en cuenta los lineamientos anteriores se empieza el dimensionamiento del Sistema de Control (PLC) para el sistema funcionalmente distribuido.

Este sistema de control será el encargado de medir y/o controlar en las distintas secciones de proceso del área de producción las variables indicadas en los diagramas de tubería e instrumentación como mínimo.

Se comienza con la realización del índice de instrumentos, que es un documento de ingeniería que nos da información sobre cada elemento de control, ya sea transmisor, convertidor, etc.

Al tener listo el índice de instrumentos y también los DTI's se comienza el conteo de puntos para el dimensionamiento del Sistema de Control.

En este caso los lineamientos son los siguientes:

- **ENTRADAS ANALÓGICAS (AI).**- Se consideran todos los transmisores de Presión, Temperatura, Flujo u otro dispositivo que mande una señal analógica



que por lo general es de 4-20 mA y que están censando a una variable de proceso

- **SALIDAS ANALÓGICAS (AO).**- Son todas aquellas señales en el Sistema de Control (PLC) que mandan una señal de 4-20 mA o una señal analógica cualquiera hacia un convertidor u otro dispositivo de conversión como por ejemplo un I/P (conversión de señal eléctrica a neumática). Por lo general todas estas salidas son de control regulatorio y son muy usadas para válvulas de control (globo). En lo general las salidas analógicas van acompañadas de un lazo de control.
- **ENTRADAS DISCRETAS (DI).**- Se consideran entradas discretas todos los interruptores, alarmas u otros dispositivos que manden una señal de salida constante (discreta).
- **SALIDAS DISCRETAS (DO).**- Son todas aquellas donde la señal de salida del Sistema de Control (PLC) es de 12 o 24 Volts de DC que va hacia un relevador o un I/P. Por lo general se usan en válvulas de corte, motores u otros donde se necesite una señal discreta como medio de activación.

## 5.7 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DE LA ARQUITECTURA DE LOS GRUPOS FUNCIONALES DEL SISTEMA DE CONTROL PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA TERMINAL.

### RECIBO Y MEDICION DE GAS LICUADO.

El gas licuado se recibe a través del ducto de jaltipan, ver, en limite de batería se localiza una válvula motorizada ( **Mov -100** ), la cual es controlada por la unidad de control local ( **UCL-200** ), misma que se comunica al Grupo Funcional de Control Secuencial y Medición vía modbus que forma parte del sistema digital de control. La **Mov -100** se utiliza para permitir y/o bloquear el flujo del LPG, al patín de medición mediante comandos en la consola de operación.

La presión del LPG en el ducto a la entrada de la terminal se monitorea por un transmisor de presión ( **PT - 100** ). La presión normal de operación debe estar dentro del siguiente rango:  $18 \text{ kg./cm}^2 \leq p_{op} \leq 30 \text{ kg./cm}^2$ . Cuando la presión es menor a  $18 \text{ kg./cm}^2$ , el sistema emitirá una señal como condición de alarma al área de operación para que se tomen las acciones correspondientes, en tanto el lazo de control integrado por el **PT-100** y la **Mov-100** realiza las tareas de control asignadas tales como disminuir el porcentaje de apertura de la válvula hasta que se establezca la presión dentro del rango de operación normal y restablecer el porcentaje de apertura de la misma. El porcentaje de cierre y/o apertura de la **Mov -100** se podrá realizar mediante la consola de operación.



La medición y control de presión del gas se realiza por medio de un patín de medición, el cual consta de dos trenes de medición, cada tren de medición tendrá una capacidad de hasta 25,000 bpd. El flujo máximo que maneje la terminal refrigerada de gas licuado será de 20,000 bpd, por lo que uno de los trenes estará en operación y el otro será de relevo. El flujo normal de la terminal será de 15,000 para esto se deberá contar con un transmisor de flujo másico multivariable con señales de temperatura y densidad asociadas en cada tren de medición **(FT-101/102)**, el cual deberá cuantificar y registrar la cantidad del gas suministrado a la terminal, así como las condiciones de temperatura y densidad de llegada a la terminal.

Las señales del transmisor de flujo másico, deberán ser canalizadas al grupo funcional de control secuencial y medición, el cual deberá tener la capacidad de efectuar los cálculos para la medición, cuantificación y totalización de flujo por cada tren de medición del patín de recibo y en caso necesario de los dos trenes en conjunto. Asimismo en el grupo funcional secuencial de control y medición se deberá generar el sumario de alarmas, paros y arranques.

El operador podrá seleccionar en cualquier instante las condiciones de operación de la terminal.

Si se presenta alguna condición anormal o por falla de equipo en el tren de medición activo, el sistema de control indicará mediante alarma la condición ocurrida para que se habilite el tren de medición de relevo y continuar con la operación de recibo.

En la línea de recibo de cada tren se deberá contar con un filtro tipo canasta en el cual se tendrá un transmisor de presión diferencial **(PDI-101/102)**, este alarmará cuando se tenga una presión diferencial mayor de 3 psi **(PDAH101/102)**, cuando esto suceda se deberá habilitar el patín de medición de relevo con la finalidad de dar mantenimiento al equipo.

A la salida del patín de medición y envío a barcos se instalará una válvula de control de presión **(PV -103)** con la toma corriente arriba (agua arriba), esta válvula estará normalmente abierta y deberá cerrar cuando la presión disminuya a menos de 18 kg/cm<sup>2</sup> para proteger el ducto del límite de batería a la trampa de diablos.

El operador también podrá manipular cualquier válvula conectada al sistema y elegir el estado de mantenimiento para toda la instrumentación que se integra al sistema.

El sistema de control secuencial y medición, mediante la estación de operación/configuración mostrará en los mímicos operativos las variables en la operación indicando.



- las últimas cinco alarmas registradas
- gasto instantáneo en bls/hr.
- gasto instantáneo en ton/hr.
- volumen acumulado en bls y en ton a las condiciones que PEMEX establezca
- total acumulado
- acumulado mensual
- acumulado diario
- acumulado diario por tren y de todo el patin
- temperatura instantánea en °c/°f.
- presión de llegada en kg./cm<sup>2</sup>
- condiciones en que se encuentra el tren de medición y los instrumentos de recibo y medición, (activo, inactivo manual automático, en calibración o mantenimiento).
- estado operativo de válvulas motorizadas (local, remoto, fuera).
- densidad en kg/lts.

Además de las funciones supervisarias de la operación de recibo de producto por ducto, anteriormente indicadas, el grupo funcional de control secuencial y medición debe efectuar las funciones de identificación de los componentes del sistema de medición y actualización de base de datos para efectuar las operaciones de totalización de peso, calculo de gasto instantáneo, alarmas, acción de apertura y cierre de válvulas motorizadas y graficas históricas de presión de entrada, temperatura, densidad y flujo.

### **Sistema de llenado.**

Durante el proceso de llenado se requiere disminuir la presión y temperatura a las que viene el lpg para almacenarlo a 0.023 kg/cm<sup>2</sup> (9" de agua) y -31.53 ° C (-24.7° F) en el tanque criogénico (fb-1101), para que esto sea posible se requiere abatir la presión de alimentación de 21 kg/cm<sup>2</sup>, mediante flashear el lpg a través del sistema de llenado integrado por el Acumulador de Interpasos (FA-1101) y el Compresor de Llenado tipo tornillo (GB-1201A). el flasheo provocara una condición de equilibrio liquido-vapor, el control para cada una de las fases es el siguiente.

#### ***Fase liquida.***

En el FA-1101 se deberán controlar las siguientes variables mediante el grupo funcional de control secuencial y medición:

- Monitoreo y control del nivel del liquido que será enviado al FB-1101, mediante el lazo de control constituido por un transmisor de nivel (LT-201) y



una válvula de control de nivel (LV-201). Asimismo se dispone de un vidrio de nivel (LG-201).

- Antes de que el LPG llegue a la válvula de control pasara por un Separador de Aceite (TH-1114) en el que se debe monitorear el nivel del aceite, a través del interruptor de nivel (LSH-200), el cual deberá indicara al operador mediante una alarma audible (LAH-202) un alto nivel de aceite para que este sea recuperado. Asimismo se debe monitorear la presión diferencial en el equipo por medio del transmisor de presión diferencial (PDIT-201) y emitir una alarma (PDAH-201) cuando la diferencial de presión sea mayor a 5 psi, indicativo de que se le debe dar mantenimiento.
- Disparo de compresores a través del interruptor de nivel (LSH-201) por muy alto nivel en el acumulador de interpasos.
- Monitoreo de presión a través del transmisor de presión (PT-204), el cual enviara señales de alarma por alta presión. La presión normal de operación del tanque es de  $4 \text{ kg/cm}^2$  (56.9 psia).
- Monitoreo de temperatura mediante el transmisor de temperatura (TI-204).

### *Fase vapor*

#### **Compresión:**

Los vapores generados por el flasheo en el acumulador de interpasos (FA-1101), se recuperan mediante un sistema de compresión y condensación que a continuación se describe:

#### a) Condiciones normales

Los compresores GB-1201A y GB-1201B operaran normalmente de la siguiente manera: el compresor GB-1201A succionara los vapores generados en el tanque FA-1101 a una presión de  $4 \text{ kg/cm}^2$  (56.9 PSIA) y a una temperatura de  $4.6^\circ \text{ C}$  ( $40.3^\circ \text{ F}$ ), y con una presión de  $16 \text{ kg/cm}^2$  (227.6 PSIA) y a una temperatura de  $90.6^\circ \text{ C}$  ( $195^\circ \text{ F}$ ) a la descarga (etapa de alta presión de compresión). el compresor GB-1201B recuperara los vapores generados en el tanque criogénico a las siguientes condiciones de operación, presión de  $1.0332 \text{ kg/cm}^2$  (14.7 PSIA) y temperatura de  $-21.3^\circ \text{ C}$  ( $-6.4^\circ \text{ F}$ ), y con una presión de  $4 \text{ kg/cm}^2$  (56.9 PSIA) y una temperatura de  $4.6^\circ \text{ C}$  ( $40.3^\circ \text{ F}$ ) a la descarga (etapa de baja presión de compresión), estas condiciones son similares a las de succión del compresor GB-1201A, por lo que se interconectara la descarga del compresor GB-1201B a la succión del compresor GB-1201A.

Para estas condiciones, las válvulas motorizadas que estarán normalmente abiertas serán: las válvulas de la succión (Mov -201) y de la descarga



(**Mov-200**) del compresor **GB-1201A**, la válvula de la succión (**Mov-203**) del compresor **GB-1201B** de este sistema de llenado. El resto de las válvulas deberá estar cerradas (**Mov-202, Mov-204, Mov-205, Mov-206 y Mov-207**).

#### B) Condiciones de relevo

Se utilizara el relevo de alguno de los compresores cuando se presenten condiciones anormales tales como descompostura, un volumen mínimo de recuperación de vapores del tanque criogénico (**FB-1101**), o por mantenimiento de alguna parte mecánica o de control del compresor, para ello la firma de ingeniería deberá desarrollar la lógica de control, (diagramas de escalera) para que a través de el grupo funcional de control secuencial y medición se haga el cambio automático para relevo de compresores y que la apertura o cierre de válvulas motorizadas se efectúe mediante la **UCL-200** como se indica a continuación:

Cuando entra al relevo el compresor **GB-1202B** (del sistema de refrigeración) por el compresor **GB-1201A** (del sistema de llenado) y continúa en operación el compresor **GB-1201B** (sistema de llenado), se deberán realizar las siguientes tareas mediante la unidad de control local (**UCL-200**):

Abrir las válvulas motorizadas del sistema de llenado **Mov-200** (válvula localiza entre la descarga del **GB-12021A**, y el cabezal de alimentación a los condensadores de llenado), la **Mov-202** (interconexión entre succión del **GB-1201A** y la succión del **GB-1202B**), la **Mov-204** (interconexión de la descarga del **GB-1201A** y la descarga del **GB-1202B**), la **Mov-207** (válvula localizada en la interconexión de la descarga del **GB-1201B**, la descarga del **GB-1202A** y la succión del **GB-1202B**), la **Mov-203** (succión del **GB-1201B**), y la válvula motorizada del sistema de refrigeración **Mov-403** (succión del **GB-1202B**).

Cerrar las válvulas motorizadas del sistema de llenado **Mov-201** (succión del compresor **GB-1201A**), la **Mov-205** (interconexión de la descarga del **GB-1201B** a la succión del **GB-1202B**), las válvulas motorizadas del sistema de refrigeración **Mov-400** (succión del compresor **GB-1202A**) y la **Mov-404** (válvula localizada en la descarga del **GB-1202B** y el cabezal de alimentación a los condensadores de refrigeración.)

Se deberá disponer de luces de indicación en el sistema de digital de control y locales del estado que guarda el compresor: operación, paro, automático y mantenimiento.

Cuando entra al relevo el compresor **GB-1202A** (sistema de refrigeración) por el compresor **GB-1201B** (sistema de llenado) y continua en operación el compresor **GB-1201A** (sistema de llenado), se deberán realizar las siguientes tareas mediante la unidad de control local (**UCL-200**):



Abrir las válvulas motorizadas del sistema de llenado **Mov-200** (válvula localiza entre la descarga del **GB-12021A**, y el cabezal de alimentación a los condensadores de llenado), la **Mov-201** (succión del **GB-1201A**), la **Mov-207** (válvula localizada en la interconexión de la descarga del **GB-1201B**, la descarga del **GB-1202A** y la succión del **GB-1202B**) y la válvula motorizada del sistema de refrigeración **Mov-400** (succión del **GB-1202A**).

Cerrar las válvulas motorizadas del sistema de llenado **Mov-202** (interconexión entre succión del **GB-1201A** y la succión del **GB-1201B**), **Mov-203** (succión del **GB-1201B**), la **Mov-204** (interconexión de la descarga del **GB-1201A** y la descarga del **GB-1202B**), la **Mov-205** (interconexión de la descarga del **GB-1201B** a la succión del **GB-1202A**) y las válvulas motorizadas del sistema de refrigeración **Mov-402** (interconexión entre la descarga del **GB-1202A** y la descarga del **GB-1202B**), y la **Mov-403** (succión del **GB-1202B**) y la **Mov-404** (válvula localizada en la descarga del **GB-1202B** y el cabezal de alimentación a los condensadores de llenado).

Cuando entran al relevo los compresores **GB-1202A** y **GB-1202B** (del sistema de refrigeración) por los compresores **GB-1201A** y **GB-1201B** (sistema de llenado), se deberán realizar las siguientes tareas mediante la unidad de control local (**UCL-200**):

Abrir las válvulas motorizadas del sistema de llenado **Mov-200** (válvula localiza entre la descarga del **GB-12021A**, y el cabezal de alimentación a los condensadores de llenado), la **Mov-202** (interconexión entre succión del **GB-1201A** y la succión del **GB-1202B**), la **Mov-204** (interconexión de la descarga del **GB-1201A** y la descarga del **GB-1202B**) y la válvula motorizada del sistema de refrigeración **Mov-400** (succión del **GB-1202A**) y la **Mov-403** (succión del **GB-1202B**).

Cerrar las válvulas motorizadas del sistema de llenado **Mov-201** (succión del **GB-1201A**), **Mov-203** (succión del **GB-1201B**), la **Mov-205** (interconexión de la descarga del **GB-1201B** a la succión del **GB-1202B**) y la **Mov-207** (válvula localizada en la interconexión de la descarga del **GB-1201B**, la succión del **GB-1201A** y la succión del **GB-1202B**) y las válvulas motorizadas del sistema de refrigeración **Mov-402** (interconexión entre la descarga del **GB-1202A** la descarga del **GB-1202B**) y la **Mov-404** (válvula localizada en la descarga del **GB-1202B** y el cabezal de alimentación a los condensadores de llenado).

Los microprocesadores de cada compresor se deberán comunicar vía modbus al grupo funcional de control secuencial y medición para monitoreo y control de las variables involucradas en este sistema.

La unidad de control local **UCL-200** deberá ser independiente de los microprocesadores de los compresores y gobernara exclusivamente las



válvulas motorizadas de toda la terminal. para realizar las tareas de cierre y apertura en situaciones de relevo de compresores de acuerdo a la filosofía de operación indicada.

La automatización de los compresores queda fuera del alcance de este concurso.

### **Condensación y Acumuladores**

Los vapores recuperados por los compresores de llenado con una presión de  $16 \text{ kg/cm}^2$  (227.6 PSIA) y a una temperatura de  $90.6^\circ \text{ C}$  ( $195^\circ \text{ F}$ ) a la descarga, son enviados a los condensadores del sistema de llenado (**EA-4402 A/B/C**), en los cuales se deberá controlara la temperatura de  $49^\circ \text{ C}$  ( $109.3^\circ \text{ F}$ ) del LPG (**TIC-201/202/203** respectivamente), mediante el circuito de control integrado por una válvula de control de flujo de agua (**TV-201/202/203** respectivamente) que se localiza en la línea de salida del agua de enfriamiento de cada uno de los condensadores, la cual abrirá cuando el transmisor de temperatura (**TT-201/202/203** respectivamente) colocados en la línea de salida del LPG de los condensadores detecte una temperatura mayor de  $49^\circ \text{ C}$ .

Los vapores condensados por los cambiadores de calor son enviados al acumulador final de llenado (**FA-1103**), el cual deberá operar a una presión de  $15 \text{ kg/cm}^2$  (213.4 psia) y una temperatura de  $49^\circ \text{ C}$  ( $109.3^\circ \text{ f}$ ), el monitoreo y control del proceso deberá comprender lo siguiente:

Monitoreo y control de nivel mediante el lazo de control conformado por un transmisor de nivel (**LT-200**) y una válvula de control de nivel (**LV-200**) para regresar la fase líquida al **FA-1101**.

Monitoreo y control de presión (**PIC-200**) en el **FA-1103** a través del lazo de control que constituye un transmisor de presión (**PT-200**) y una válvula de control de presión (**PV-200**). Cuando la presión aumente a mas de  $18 \text{ kg/cm}^2$ , el transmisor emitirá una señal de alarma para que mediante el sistema digital de control se pueda manipular el porcentaje de apertura de la **PV-200** con la finalidad de restablecer la presión normal de operación en el recipiente.

Monitoreo de temperatura mediante el transmisor de temperatura (**TT-200**)

La firma de ingeniería que desarrolle la ingeniería de detalle y elabore el paquete de concurso para la construcción de la terminal y adquiera, suministre, instale y ponga en operación la instrumentación y equipo de computo que conforman el sistema digital de control, deberá desarrollar la lógica de control y los diagramas de alambrado de la instrumentación de campo al grupo funcional de control secuencial y medición.



El grupo funcional de control secuencial y medición, a través de la estación de operación/configuración mostrara mediante los mímicos operativos las variables en la operación indicando:

Las ultimas cinco alarmas registradas

Temperatura instantánea en °C/°F.

Presión en la succión y descarga de los compresores (**GB-1201A, GB-1201B**), presión de operación de los equipos del sistema de llenado (**FA-1101, EA-4402A/B/C Y FA-1103**)

Temperatura en la succión y descarga de los compresores (**GB-1201A, GB-1201B**), presión de operación de los equipos del sistema de llenado (**FA-1101, EA-4402A/B/C Y FA-1103**)

Estado operativo de los compresores (operando, fuera, relevo, mantenimiento).

Válvulas motorizadas (local, remoto, fuera).

Densidad en kg/lts.

## Almacenamiento y Bombeo

### Almacenamiento

El LPG será almacenado en un tanque criogénico (**FB-1101**) a una presión de 0.023 kg/cm<sup>2</sup> (7" a 9" de h<sub>2</sub>O) y una temperatura de -31.5 ° C (-24.7 ° F), las variables que se deben controlar en el tanque son las siguientes:

- Monitoreo y control de nivel mediante un transmisor de nivel tipo palpador (**LT-301**), el cual, enviara señales de nivel, temperatura y densidad al grupo funcional de control secuencial y medición.

Las señales de temperatura para el transmisor de nivel serán emitidas por un termocople ensamblado (**TE-301**) que se instalara desde la base hasta el domo del tanque, este dispositivo tiene un transmisor que envía las señales al transmisor de nivel tipo palpador. Se deberá contar con alarmas por alto nivel (**LAH-301**), muy alto nivel (**LAAH-301**) y por bajo nivel (**LALI-301**) y muy bajo nivel (**LALL-301**).

- Monitoreo de nivel mediante un transmisor de diferencial de presión (**PDIT-302**), el cual se tendrá como referencia y en caso de alguna falla en el transmisor de nivel tipo palpador.

- Monitoreo y control de presión mediante señales enviadas por un transmisor de presión (**PT-301A**) que estará en redundancia con el transmisor de presión **PT-301B**. El control se realizara mediante software de acuerdo a las siguientes variaciones:



### **a) Control por baja presión.**

- ◆ Cuando la presión disminuya a 5" de  $h_2O$  se realizara la apertura de la válvula de control (PV-300) para permitir el paso de vapores del acumulador final de llenado (FA-1103) hasta que se restablezca la presión en el FB-1101. La apertura de la válvula deberá realizarse mediante software (PIC-301) por lo que el operador determinara el porcentaje de apertura de la válvula para permitir el flujo de los vapores de LPG.
- ◆ Si la presión disminuye a 4.5" de  $h_2O$  el transmisor de presión (PT-301) activara una alarma por baja presión (PAL-301), mediante software.
- ◆ Cuando la presión descienda hasta 3.5" de agua, el interruptor de presión (PSL-302), enviara una señal para disparo de compresores y activara un alarma por baja presión (PAL-302).
- ◆ Si continua disminuyendo la presión hasta 2.5" de  $h_2O$ , el transmisor de presión (PT-301), mediante software se habilitara un interruptor de presión (PLS-301) el cual abrirá la válvula de control (PV-301) para inyección de nitrógeno al tanque criogénico FB-1101 a una presión de 0.5 kg/cm<sup>2</sup>, previamente se deberá hacer pasar el nitrógeno por una válvula reguladora de presión hasta alcanzar los 2 kg/cm<sup>2</sup>.
- ◆ En el caso de que la presión continúe disminuyendo hasta 2" de  $h_2O$ , el interruptor de presión (PSL-303) activará una alarma (PALL-303) para indicar al operador que prepare las bombas rompedoras de vacío (GA-1103/S) y se arranque el calentador de resistencias eléctricas (CE-1000).
- ◆ Al llegar la presión a 1.5" de  $h_2O$ , el transmisor de presión (PT-301) habilitara mediante software un interruptor de muy baja presión (PSLL-301) y pondrá en operación el sistema rompedor de vacío (anti-bumping), integrado por el calentador de resistencias eléctricas, y las bombas rompedoras de vacío.
- ◆ Si la presión desciende hasta alcanzar una presión de vacío -1.5" de  $h_2O$ , la ultima alternativa para evitar que el tanque se colapse será el suministro de aire atmosférico a través de las válvulas de presión-vacío (PVSV-303/304) localizadas en el domo del tanque.

### **b) Control por alta Presión**

- ◆ Cuando se eleva la presión, a 9.5" de  $h_2O$ , el transmisor de presión (PT-301) emitirá una alarma (PAH-301) sobre esta condición.
- ◆ Cuando la presión se eleva a 10.5" de  $h_2O$  el sistema de control habilitara, mediante software, un interruptor de presión (PSH-301), para que se realice la apertura de la válvula de control de presión (PV-303) de acuerdo al porcentaje



de apertura determinado por el operador del sistema, con la finalidad de enviar los vapores del **FB-1101** al sistema de desfuegos hasta que se restablezca la presión en el tanque.

♦ Si aún continúa elevándose la presión hasta 11" de  $h_2O$ , el transmisor de presión (**PT-301**) el sistema emitirá una alarma (**PSHH-301**) sobre esta condición anormal de alta presión en el tanque interno. lo que implicara el uso de las válvulas de presión- vacío (**PVSV-303/304**).

monitoreo de presión en el espacio anular del tanque criogénico a través del transmisor de presión (**PT-302**).

La firma de ingeniería desarrollara en su ingeniería de detalle la comunicación adecuada con la unidad de control local (**UCL-200**) para la operación de las válvulas motorizadas en la líneas de salida del tanque: la válvula motorizada (**MOV-300**) cuando se active la alarma por baja presión de 2" de  $h_2O$  para alimentación a las bombas rompedoras de vacío (**GA-1103/S**), así como la válvula motorizada (**MOV-301**) para la alimentación al cabezal de las bombas de envío a barcos (**GA-1101A/B/C/D**).

### **Bombeo.**

La operación de las bombas de envío a barcos (**GA-1101A/B/C/D**) será de manera intermitente. Normalmente operaran las bombas **GA-1101A/B/C** y la **GA-1101D** estará como relevo de cualquiera de las otras tres.

Las bombas rompedoras de vacío (**GA-1103/S**) serán utilizadas cuando la presión descienda hasta 1.5" de  $h_2O$ , normalmente operara la **GA-1103**, mientras que la **GA-1103S** estará para relevo.

Las condiciones de succión de las bombas será igual a las del almacenamiento del LPG (presión de 7" a 9" de  $h_2O$  y temperatura de  $-31.5^{\circ}C$ ). El control que se realizara a través del sistema digital de control será:

- Control por baja presión de succión ( $p \leq 5" h_2O$ ) a través de los interruptores por baja presión (**PSL-329A/328A/327A/326A** respectivamente de las bombas **GA-1101A/B/C/D**). los interruptores alarmaran al operador mediante el sistema digital de control de la condición anormal de presión de succión (**PAL-329A/328A/327A/326A** respectivamente).

- Control por alta presión en la descarga ( $p \geq 6 \text{ kg/cm}^2$ ) a través de los interruptores por alta presión (**PSH-329B/328B/327B/326B**). Los interruptores deberán alarmar al operador mediante del sistema digital de control de condición de alta presión de descarga (**PAH-329B/328B/327B/326B** respectivamente).



- Control de vibración en los motores de las bombas de envío a barcos y las rompedoras de vacío mediante los interruptores por alta vibración (VSH-329/328/327/326 respectivamente).

Se deberá instalar la botonería y luces de indicación correspondiente al paro y arranque de los motores de las bombas tanto en sistema digital de control como en campo.

La firma de ingeniería deberá emitir en la ingeniería de detalle la lógica de control para que la unidad de control local (UCL-301) realice el cambio automático de las bombas de relevo sin que se afecte el proceso de envío a barcos y del sistema antibumping.

La unidad de control local (UCL-101), a través de la estación de operación/configuración mostrara a través de los mímicos operativos las variables en la operación indicando.

- las últimas cinco alarmas registradas
- nivel instantáneo en bls y ton.
- presión en el tanque fb-1101 en pulgadas de agua y kg./cm<sup>2</sup>
- presión de succión y descarga de la bombas.
- temperatura instantánea en todos los niveles del tanque fb-1101 en ° C / ° F.
- vibración de los motores.
- estado operativo de las bombas (local, remoto, fuera).
- estado operativo de válvulas motorizadas (local, remoto, fuera).
- densidad en kg/lts.

Además de las funciones supervisorías de la operación de almacenamiento y bombeo, anteriormente indicadas, el sistema (UCL-301) debe efectuar las funciones de identificación de los componentes del sistema de indicación de nivel y presión, actualización de base de datos para efectuar las operaciones de, temperatura, presión, calculo de volumen, alarmas, acción de apertura y cierre de válvulas de control y gráficas históricas de nivel, presión, temperatura y densidad.

La firma de ingeniería desarrollara en su firma de ingeniería los lazos de control y la lógica de control para que mediante la unidad de control local (UCL-301), que se enlazara al sistema digital de control, lleve a cabo la siguiente s tareas:

### **Refrigeración.**

Durante el proceso de refrigeración se requiere recuperar los vapores generados durante el llenado del tanque criogénico (FB-1101), así como



cuando alcanza su máximo nivel, las condiciones a las que salen los vapores de LPG son: presión de  $1.033 \text{ kg/cm}^2$  ( 14.7 PSIA ) y temperatura de  $-31.53 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $-24.7^\circ\text{f}$ ), para poder llevar a cabo este proceso, se requiere succionar los vapores mediante los compresores de refrigeración (**GB-1202A** y **GB-1202B**), haciéndolos pasar primeramente por el tanque de succión (**FA-1105**), dentro del cual pasa un serpentín que proviene del acumulador inter etapas (ha-1101) del sistema de refrigeración que tiene como finalidad vaporizar los posibles condensados en la succión para protección de los compresores

En el tanque de succión (**FA-1105**), se deberá establecer el siguiente control mediante la unidad de control local (**UCL-401**):

- Establecer una protección para los compresores de refrigeración (**GB-1202A** y **GB-1202B**) mediante el interruptor por alto nivel (**LSH-400**), el cual alarmara al operador de un nivel considerable de condensados y a través del interruptor por muy alto nivel (**LSHH-400**) para disparo de compresores, la firma de ingeniería deberá elaborar los circuitos y lógica de control, para que mediante software se proteja a los compresores.
- Monitoreo de presión mediante un transmisor de presión (**PT-400**), la presión de operación del equipo es de  $1.033 \text{ kg/cm}^2$  (14.7 PSIA) y temperatura de  $-31.53 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $-24.7^\circ\text{F}$ )

Monitoreo de temperatura mediante un transmisor de temperatura (**TT-400**), la temperatura normal de operación es temperatura de  $-31.53 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $-24.7^\circ\text{F}$ ).

La firma de ingeniería que desarrolle la ingeniería de detalle deberá emitir la lógica de control y los diagramas de alambrado de interconexión de los microprocesadores de cada compresor a una unidad de control local (**UCL-200**), la cual deberá gobernara sobre cada uno de los microprocesadores de los compresores de llenado y refrigeración, así como la lógica de control para cierre y apertura de las válvulas motorizadas para establecer el cambio automático de operación de compresores, de acuerdo a la siguiente filosofía de operación:

#### Condiciones normales.

Los compresores **GB-1202A** y **GB-1202B** operaran normalmente de la siguiente manera: el compresor **GB-1202A** succionara los vapores generados en el tanque **FB-1101** (los vapores pasan previamente por el tanque de succión **FA-1105** para vaporizar los condensados y proteger al compresor), a una



presión de  $1.033 \text{ kg/cm}^2$  (14.7 PSIA) y una temperatura de  $-31.53^\circ \text{ C}$  ( $-24.7^\circ \text{ F}$ ), y descargarán los vapores (etapa de baja presión de compresión) a una presión de  $4 \text{ kg/cm}^2$  (56.9 PSIA) y una temperatura de  $40.8^\circ \text{ C}$  ( $105.4^\circ \text{ f}$ ).

El compresor **GB-1202B** succionara los vapores de la descarga del compresor **GB-1202A** a las condiciones de presión de  $4 \text{ kg/cm}^2$  (56.9 PSIA) y temperatura de  $40.8^\circ \text{ C}$  ( $105.4^\circ \text{ F}$  la descarga del compresor **GB-1202B** será de una presión de  $16 \text{ kg/cm}^2$  (227.6 PSIA) y a una temperatura de  $90.6^\circ \text{ C}$  ( $195^\circ \text{ F}$ ) a la descarga (etapa de alta presión de compresión).

Para estas condiciones, las válvulas motorizadas que estarán normalmente abiertas serán: las válvulas de la succión (**MOV-400**) y descarga (**MOV-401**) del compresor **GB-1202A**, las válvulas de la succión (**MOV-403**) y de la descarga (**MOV-404**) del compresor **GB-1202B** de este sistema de refrigeración. El resto de las válvulas del sistema de llenado y de refrigeración deberán estar cerradas (**MOV-200**, **MOV-201**, **MOV-202**, **MOV-203**, **MOV-204**, **MOV-205**, **MOV-206**, **MOV-207**, Y **MOV-402**).

#### Condiciones de relevo.

Se utilizara el relevo de alguno de los compresores cuando se presenten condiciones anormales tales como descompostura, un volumen mínimo de recuperación de vapores del tanque criogénico **FB-1101**, o por mantenimiento de alguna parte mecánica o de control del compresor, para ello la firma de ingeniería deberá desarrollar la lógica de control, (diagramas de escalera) para que a través de la unidad de control local (**UCL-200**) se haga el cambio automático para relevo de compresores y apertura o cierre de válvulas motorizadas como se indica a continuación:

Cuando entra al relevo el compresor **GB-1201B** (del sistema de llenado) por el compresor **GB-1202A** (del sistema de refrigeración) y continua en operación el compresor **GB-1202B** (sistema de refrigeración), se deberán realizar las siguientes tareas mediante la unidad de control local (**UCL-200**):

Abrir las válvulas motorizadas del sistema de llenado **MOV-203** (succión del **GB-1201B**), la **MOV-207** (válvula localizada en la interconexión de la descarga del **GB-1201B**, la descarga del **GB-1202A** y la succión del **GB-1202B**), y la válvula motorizada del sistema de refrigeración **MOV-403** (succión del **GB-1202B**), y la **MOV-404** (válvula localizada en la descarga del **GB-1202B** y el cabezal de alimentación a los condensadores de llenado).

Cerrar las válvulas motorizadas del sistema de llenado **MOV-201** (succión del compresor **GB-1201A**), la **MOV-205** (interconexión de la descarga del **GB-1201B** a la succión del **GB-1202B**), las válvulas motorizadas del sistema de



refrigeración **MOV-400** (succión del compresor **GB-1202A**) y la **MOV-401** (descarga del compresor **GB-1202A**).

Se deberán disponer luces de indicación tanto en el sistema de digital de control, como locales del estado que guarda el compresor: operación, paro automático y mantenimiento.

Cuando entra al relevo el compresor **GB-1201A** (sistema de llenado) por el compresor **GB-1202B** (sistema de llenado) y continua en operación el compresor **GB-1202A** (sistema de refrigeración), se deberán realizar las siguientes tareas mediante la unidad de control local (**UCL-200**):

Abrir las válvulas motorizadas del sistema de llenado **MOV-201** (succión del **GB-1201A**), la **MOV-204** (interconexión de la descarga del **GB-1201A** y la descarga del **GB-1202B**), la **MOV-207** (válvula localizada en la interconexión de la descarga del **GB-1201B**, la descarga del **GB-1202A** y la succión del **GB-1202B**) y las válvulas motorizada del sistema de refrigeración **MOV-400** ( succión del **GB-1202A**) y la **MOV-404** ( válvula localizada en la descarga del **GB-1202B** y el cabezal de alimentación a los condensadores de llenado).

Cerrar las válvulas motorizadas del sistema de llenado **MOV-200** (válvula localiza entre la descarga del **GB-12021A**, y el cabezal de alimentación a los condensadores de llenado), la **MOV-203** (succión del compresor **GB-1201B**), la **MOV-205** (interconexión de la descarga del **GB-1201B** a la succión del **GB-1202B**) y la **MOV-206** (interconexión de la succión del compresor **GB-1201A**, la succión del compresor **GB-1202B** y la succión del compresor **GB-1202A**) y la válvula motorizadas del sistema de refrigeración **MOV-403** (succión del **GB-1202B**).

Cuando entra al relevo ambos compresores del sistema de llenado **GB-1201A** y **GB-1201B** se deberán realizar las siguientes tareas mediante la unidad de control local (**UCL-200**):

Abrir las válvulas motorizadas del sistema de llenado, **MOV-201** (succión del **GB-1201A**), la **MOV-203** (succión del compresor **GB-1201B**), la **MOV-204** (interconexión de la descarga del **GB-1201A** y la descarga del **GB-1202B**) y la válvula motorizada del sistema de refrigeración **MOV-404** (válvula localizada en la descarga del **GB-1202B** y el cabezal de alimentación a los condensadores de llenado).

Cerrar las válvulas motorizadas del sistema de llenado **MOV-200** (válvula localiza entre la descarga del **GB-12021A**, y el cabezal de alimentación a los condensadores de llenado), la **MOV-205** (interconexión de la descarga del **GB-1201B** a la succión del **GB-1202B**) y la **MOV-207** (válvula localizada en la interconexión de la descarga del **GB-1201B**, la descarga del **GB-1202A** y la



succión del **GB-1202B**) y la válvula motorizada del sistema de refrigeración **MOV-400** ( succión del **GB-1202A**)

### Caso especial.

Es el caso en que los compresores **GB-1201A** y **GB-1202B** (de 1500 HP), reciben una corriente de alimentación de LPG menor al 10% de su capacidad, por lo que deberán entrar en operación los compresores **GB-1201B** y **GB-1202A** (de 750 HP). Para este caso, la firma de ingeniería deberá desarrollar en su ingeniería de detalle la lógica de control mediante la **UCL-200** para que uno de los compresores de 750 HP actúe en la etapa de baja presión de compresión (de  $1.033 \text{ kg/cm}^2$  (14.7 PSIA) en la succión a  $4 \text{ kg/cm}^2$  (56.9 PSIA) en la descarga) y el otro en la etapa de alta presión (de  $4 \text{ kg/cm}^2$  (56.9 PSIA) en la succión a  $16 \text{ kg/cm}^2$  (227.6  $\text{kg/cm}^2$ ) en la descarga), para lograr esta operación los compresores, a través de su microprocesador, tiene la capacidad de operar tanto en baja como en alta. La firma de ingeniería deberá desarrollar la lógica de control para la apertura y cierre de las válvulas:

Abrir las válvulas **MOV-203** (succión del compresor **GB-1201B**), la **MOV-205** (interconexión de la descarga del **GB-1201B** a la succión del **GB-1202B**), la **MOV-402** (interconexión de la descarga del **GB-1202A** y la descarga del **GB-1202B**), la **MOV-404** (válvula localizada en la descarga del **GB-1202B** y el cabezal de alimentación a los condensadores de llenado).

Cerrar las válvulas **MOV-200** (válvula localiza entre la descarga del **GB-12021A**, y el cabezal de alimentación a los condensadores de llenado), la **MOV-201** (succión del **GB-1201A**), la **MOV-202** (interconexión entre succión del **GB-1201A** y la succión del **GB-1201B**), la **MOV-206** (interconexión de la succión del compresor **GB-1201A**, la succión del compresor **GB-1202B** y la succión del compresor **GB1202A**), la **MOV-207** (válvula localizada en la interconexión de la descarga del **GB-1201B**, la descarga del **GB-1202A** y la succión del **GB-1202B**), la **MOV-400** ( succión del **GB-1202A**), la **MOV-401** (descarga del compresor **GB-1202A**) y la **MOV-403** (succión del **GB-1202B**).

La firma de ingeniería que desarrolle la ingeniería de detalle y elabore el paquete de concurso para la construcción de la terminal y la instalación del sistema digital de control, deberá desarrollar la lógica de control y los diagramas de alambrado de la instrumentación de campo a la unidad de control (**UCL-401**) local, la cual deberá estar localizada en campo para la siguiente distribución geográfica y/o equipos y proceso que se indica a continuación.

Los vapores recuperados por los compresores de refrigeración con una presión de  $16 \text{ kg/cm}^2$  (227.6 PSIA) y a una temperatura de  $90.6^\circ \text{ C}$  ( $195^\circ \text{ F}$ ) a la



descarga, son enviados a los condensadores del sistema de refrigeración (EA-4401 A/B), en los cuales se deberá controlar la temperatura de 49° C (109.3° F) del LPG (TIC-404/405), mediante el circuito de control integrado por la válvula de control de flujo de agua (TV-404/405) que se localiza a la salida de cada uno de los condensadores, la cual abrirá cuando el transmisor de temperatura (TT-404/405) detecte un aumento de temperatura del LPG; la apertura de la válvula deberá ejecutarse mediante una señal eléctrica enviada por sistema digital de control.

Los vapores condensados por los cambiadores de calor son enviados al tanque acumulador final de refrigeración (FA-1102), el cual deberá operar a una presión de 15 kg/cm<sup>2</sup> (213.4 PSIA) y una temperatura de 49° C (109.3° F), el monitoreo y control del proceso deberá comprender lo siguiente:

- Control de nivel mediante la válvula de control de nivel (LV-402) para enviar la fase líquida al tanque acumulador de interetapas (HA-1101).
  - Monitoreo de presión con el transmisor de presión (PT-407)
  - Monitoreo de temperatura mediante el transmisor de temperatura (TT-406).
- La fase líquida del tanque acumulador FA-1102, se envía al acumulador de inter etapas HA-1101, en este equipo se presenta un flasheo y por lo tanto se tendrán en LPG en fase líquida y vapor.

#### ***Fase vapor.***

Los vapores generados por el flasheo serán recuperados mediante el compresor GB-1202B, GB-1201A o por el compresor GB-1202<sup>a</sup>. La firma de ingeniería deberá desarrollar, en su ingeniería de detalle, los lazos y la lógica de control para el monitoreo de las siguientes variables del tanque de inter etapas a través de la unidad de control local (UCL-401) del sistema digital de control:

- Monitoreo de presión a través del transmisor de presión (PT-401), la presión normal de operación es de 4 kg/cm<sup>2</sup> (56.9 PSIA). una temperatura de 4.6° C (40.3° F).
- Monitoreo de temperatura mediante el transmisor de temperatura (TT-401). la temperatura de operación es de temperatura de 4.6° C (40.3° F).

#### ***Fase líquida.***

En el HA-1101 se deberán controlar las siguientes variables mediante la unidad de control local (UCL-401):



- Controlar el nivel del líquido que será enviado al tanque **FB-1101**, mediante la válvula de control de nivel (**LV-401**).
- Antes de llegar a la válvula de control el líquido pasa por el serpentín que esta dentro del tanque de succión **FA-1105** y posteriormente al separador de aceite **TH-1115**, en el cual se debe controlar el nivel del aceite, a través del interruptor de nivel (**LSH-403**), el cual deberá alarmar al operador mediante una alarma audible (**LAH-403**) para que se recupere el aceite. Monitorear la presión diferencial por medio del transmisor de presión diferencial (**PDIT-400**) y alarmara mediante la alarma audible (**PDAH-400**), cuando la diferencial de presión sea mayor a 5 PSI, indicando al operador que se le debe dar mantenimiento.
- A través del interruptor de nivel (**LSH-401**) se mandara un disparo de compresores por alto nivel, el interruptor deberá emitir una alarma al operador indicando que se han parado los motores de los compresores.

La unidad de control local (**UCL-200** y **UCL-401**), a través de la estación de operación/configuración mostrara mediante los mímicos operativos las variables en la operación indicando:

- las ultimas cinco alarmas registradas
- temperatura instantánea en ° C/ ° F
- presión en la succión y descarga de los compresores (**GB-1202A**, **GB-1202B**), presión de operación de los equipos del sistema de llenado (**HA-1101**, **EA-4402A/B/C** Y **FA-1103**)
- temperatura en la succión y descarga de los compresores (**GB-1201A**, **GB-1201B**), presión de operación de los equipos del sistema de llenado (**FA-1101**, **EA-4402A/B/C** Y **FA-1103**)
- estado operativo de válvulas motorizadas (local, remoto, fuera).
- densidad en kg/lts.

### **Medición y Envío a barcos.**

La medición del gas se realiza por medio de un patín de medición, el cual consta de dos trenes de medición, cada tren de medición tendrá una capacidad de normal de 115,000 bpd. El flujo normal que máximo de envío que maneja la terminal refrigerada de gas licuado. Será de 114,000 bpd y el máximo de 177,500 bpd.

Cuando se este operando con el flujo normal, de envío de la terminal refrigerada, bastara con un solo tren de medición para envío a barcos, en el caso de que se este operando con el flujo máximo, entrara. En operación el segundo tren de medición, para esto se deberá contar con un controlador multivariable, el cual deberá cuantificar y registrar la cantidad y condiciones del



gas que se envía a barcos por cada tren de medición y del patín en conjunto, para llevar a cabo esta tarea, se deberá contar con los transmisores de flujo másico (**FT-501/502**) y sus señales de temperatura y densidad asociadas.

Las señales del transmisor de flujo másico, y las señales asociadas de temperatura y densidad deberán ser canalizadas a una unidad de control local (**UCL-501**), la cual deberá tener la capacidad de efectuar los cálculos para la medición, cuantificación y totalización de flujo por cada tren de medición y del patín en conjunto del patín de envío, deberá generar sumario de alarmas, paros y arranques.

La firma de ingeniería que desarrolle la ingeniería de detalle deberá desarrollar los arreglos de intercomunicación necesarios para que la **UCL-501** este en redundancia con la unidad de control local (**UCL-101**) del patín de recibo y medición.

La firma ingeniería que desarrolle la ingeniería de detalle deberá realizar los arreglos de comunicación necesarios para que las señales del sistema de desfuegos puedan ser monitoreadas y controladas por la **UCL-501**, aun cuando las señales del sistema de desfuegos se canalizaron a la **UCL-101**.

El operador podrá seleccionar en cualquier instante las condiciones de operación de la terminal, dependiendo de las condiciones de envío establecidas por las áreas correspondientes, y podrá seleccionar o cambiar de patín de medición mediante los comandos de la consola.

Si se presenta alguna condición anormal o por falla de equipo en el tren de medición activo, el sistema de control indicara mediante alarma la condición ocurrida y habilitara automáticamente el siguiente tren para continuar con la operación de recibo. La firma de ingeniería deberá desarrollar en su ingeniería de detalle la secuencia y arreglos necesarios para el cambio automático y control de un tren a otro.

El operador también podrá seleccionar el cambio de tren de medición en forma manual mediante comandos en la consola de operación. Así como seleccionar el estado del patín (activo o mantenimiento), manipular cualquier válvula conectada al sistema y elegir el estado de mantenimiento para toda la instrumentación que se integra al sistema.

En la línea de envío de cada tren se deberá contar con un filtro tipo canasta en el cual se tendrá un transmisor de presión diferencial (**PDI-501/502**), este alarmara cuando se tenga una presión diferencial mayor de 3 PSI (**PDAH501/502**), cuando esto suceda el operador deberá suspender el envío y procederá a la limpieza del equipo.



La unidad de control local, a través de la estación de operación/configuración mostrara a través de los mímicos operativos las variables en la operación indicando.

- las ultimas cinco alarmas registradas
- gasto instantáneo en bls/hr.
- gasto instantáneo en ton/hr.
- volumen acumulado en bls y en ton a condiciones de PEMEX (20 ° C)/naturales.
- total acumulado
- acumulado mensual
- acumulado diario
- acumulado diario por tren y de todo el patín
- temperatura instantánea en ° C/ ° F.
- presión de envío en kg./cm<sup>2</sup>
- condiciones en que se encuentra el tren de medición y los instrumentos de medición y envío (activo, inactivo manual automático, en calibración o mantenimiento).
- estado operativo de válvulas motorizadas (local, remoto, fuera).
- densidad en kg/lts.

Además de las funciones supervisorias de la operación de envío de LPG a barcos indicadas, el sistema (UCL-501) debe efectuar las funciones de identificación de los componentes del sistema de medición y actualización de base de datos para efectuar las operaciones de totalización de volumen y peso, calculo de gasto instantáneo, compensación de volumen por temperatura, temperatura, presión, calculo de volumen, alarmas, acción de apertura y cierre de válvulas motorizadas y gráficas históricas de presión de envío, temperatura, densidad y flujo.

A la salida del patín de medición y envío se deberá monitorear la presión (PT-503) y la temperatura (TT-503) se dispondrá de una válvula motorizada (MOV-503), la cual cerrara cuando se detecte una alarma por alta presión de envío ( $p < 5 \text{ kg/cm}^2$ ) para proteger el sistema de bombeo.

### **Servicios auxiliares.**

Los servicios auxiliares que se requieren para la adecuada operación de la terminal se refiere son el la torre de enfriamiento, aire de instrumentos y planta, así como el suministro de nitrógeno al tanque interno y al espacio anular y el sistema rompedor de vacío integrado por las bombas rompedoras de vacío y un calentador de resistencias eléctricas.



### **Torre de enfriamiento.**

La firma de ingeniería que desarrolle la ingeniería de detalle, deberá elaborar los diagramas, especificación y requisición de un paquete de tratamiento de agua y la integración de las señales al sistema digital de control, además deberá integrar las señales de las variables a controlar de la torre de enfriamiento tomando como base los diagramas de tubería e instrumentación y de arquitectura del sistema proporcionados, de acuerdo con la siguiente filosofía de control:

Control de nivel en el bacín de la torre mediante el transmisor de nivel (LT-600) hasta un 80% de su capacidad, cuando se tenga un nivel menor al 80% de la capacidad del bacín el sistema digital de control deberá abrir la válvula de control de nivel (LV-600) hasta alcanzar el nivel normal de agua en el bacín.

Cuantificación y totalización del flujo de agua de reposición, agua de salida de la torre a la terminal y agua de retorno a la torre a través de los contadores y totalizadores de flujo (FQI-600, FQI-601 Y FQI-602 respectivamente).

Monitoreo de presión por medio del transmisor de presión (PT-600), en la descarga de las bombas de agua de enfriamiento, la presión de descarga deberá ser de 6 kg/cm<sup>2</sup>.

Control de presión de succión ( $p_{\text{normal succión}} = 1 \text{ kg/cm}^2$ ) mediante interruptores de presión (PSL-600, PSL-601) cuando la presión disminuya ( $p < 1 \text{ kg/cm}^2$ ), y la presión de descarga ( $p = 6 \text{ kg/cm}^2$ ) en las bombas de agua de enfriamiento por medio de los interruptores de presión (PSH-600 Y PSH-601) cuando aumente la presión ( $p > 6 \text{ kg/cm}^2$ ).

Monitoreo de temperatura a través de los transmisores de temperatura (TT-600 Y TT-601) para la salida de agua de la torre ( $t_{\text{salida}} = 32 \text{ }^\circ\text{C}$ ) y retorno de agua a la torre ( $t_{\text{retorno}} = 41.62 \text{ }^\circ\text{C}$ )

Monitoreo de ph del agua dentro del bacín.

Control de vibración de los ventiladores mediante los ventiladores de vibración (VSH-600 Y VSH-601), cuando la vibración sea mayor a 90 db.



### **Aire de instrumentos y planta.**

La firma de ingeniería que desarrolle la ingeniería de detalle, deberá elaborar los diagramas y especificación para el control de compresores de aire de instrumentos y planta, así como la integración de las señales al sistema digital de control, tomando como base los diagramas de tubería e instrumentación y de arquitectura del sistema proporcionados, de acuerdo con la siguiente filosofía de control:

Monitoreo de presión de succión de aire por medio de los transmisores de presión (**PT-710, PT-711 Y PT-712**) de los compresores de aire de instrumentos y planta.

Control de presión en la descarga de los compresores de aire de instrumentos y planta (**PSH-700, PSH 701 y PSH-702** respectivamente), la presión normal de descarga debe ser de  $7 \text{ kg/cm}^2$ . Asimismo se deberá controlar la presión en los tanques acumuladores de aire de instrumentos y planta con los interruptores de presión (**PSL-700 Y PSL-701** respectivamente), cuando la presión dentro de los acumuladores se menor a  $7 \text{ kg/cm}^2$ .

Monitoreo de temperatura en la descarga de los compresores de aire de instrumentos y plantas por medio de transmisores de temperatura (**TT-705, TT-706 Y TT-707** respectivamente).

Control de temperatura la descarga de los compresores de aire de instrumentos y plantas con interruptores de temperatura (**TSH-700, TSH-701 Y TSH-702** respectivamente).

### **Sistema de nitrógeno.**

La firma de ingeniería que desarrolle la ingeniería de detalle, deberá integrar las señales del sistema de nitrógeno al sistema digital de control tomando como base los diagramas de tuberías e instrumentación y de arquitectura del sistema proporcionados, de acuerdo con la siguiente filosofía de control:

Cuando se presenten problemas por baja presión en el tanque **FB-1101** se suministrara nitrógeno cuando el transmisor de presión (**PT-304**) detecte una presión de  $2.5''$  de  $\text{H}_2\text{O}$ , enviara la señal para que se realice la apertura de la válvulas de control de presión (**PV-304**) y permita el paso de nitrógeno para recuperar la presión de operación del tanque.

Para el caso del espacio anular, se suministrara nitrógeno para mantener una presión de  $1''$   $2.5''$  de agua, cuando el transmisor de presión (**PT-308**) detecte una presión menor a la indicada, emitirá una señal para que abra la válvula de control de presión (**PV-305**) para suministrar nitrógeno y restablecer la presión.

La firma de ingeniería deberá desarrollar los típicos de instalación y diagramas



faltantes para la conexión de las válvulas reguladoras de presión del sistema antibumping (PCV-301) y la válvula reguladora de presión para el espacio anular (PCV-302).

### Sistema contra incendio y detección.

#### Sistema de detección.

El Software del sistema digital de control considera para el sistema contra incendio las siguientes acciones en caso de presentarse, detección de mezclas explosivas y/o flama.

#### Detección de mezclas explosivas.

El sistema de detección de mezclas explosivas, contara con indicación del nivel detectado por cada uno de los sensores instalados en la terminal. La medición se tomara en una escala del 0 al 100 % y se contara con la indicación del nivel de cada una de las zonas en diferentes pantallas del sistema digital de control de seguridad.

Cuando se registre bajo nivel de mezclas explosivas en alguno o algunos de los detectores, el sistema de seguridad debe efectuar automáticamente la acción de alarma en el cuarto de control a través de dispositivos audibles integrados en la estación de trabajo, así como de las pantallas dinámicas del sistema digital de control de seguridad.

Cuando se registre el nivel alto de alguno o algunos de los detectores de mezclas explosivas, el sistema digital de control de seguridad debe efectuar la apertura en forma automática de las válvulas del diluvio del sistema contra incendio por aspersión de agua en los puntos alarmados sin afectar las demás áreas de la terminal.

En las tablas siguientes se muestran los niveles de disparo de alarma de alto nivel de mezclas explosivas para las diferentes áreas de la terminal, se muestra también en la tabla las válvulas de diluvio de agua contra incendio asociadas con cada detector.

De igual manera se indican las acciones tomadas por el sistema en cada caso.

AREA: RECIBO Y MEDICION					
tag	válvula asociada	nivel	acciones tomadas en crto. de control	nivel alto-	Acciones tomadas en cto. de control
DME-103-1		20 %	alarma	40 %	alarma
DME-103-2		20 %	alarma	40 %	alarma
DME-103-3		20 %	alarma	40 %	alarma
DME-103-4		20 %	alarma	40 %	alarma
DME-103-5		20 %	alarma	40 %	alarma
DME-103-6		20 %	alarma	40 %	alarma

**AREA: TANQUE DE ALMACENAMIENTO**

tag	Válvula asociada	Nivel bajo	acciones tomadas	nivel -alto	acciones tomadas
DME-106-1		20 %	alarma	40%	POR ALTO NIVEL EN CUARTO DE CONTROL.
DME-106-2		20 %	ALARMA	40%	POR ALTO NIVEL EN CUARTO DE CONTROL.
DME-106-3		20 %	ALARMA	40%	POR ALTO NIVEL EN CUARTO DE CONTROL.
DME-106-4		20 %	ALARMA	40%	POR ALTO NIVEL EN CUARTO DE CONTROL.
DME-106-5		20 %	ALARMA	40%	POR ALTO NIVEL EN CUARTO DE CONTROL.

**AREA: TANQUE A PRESION Y RECIPIENTES**

TAG	VALVULA ASOCIADA	NIVEL BAJO	ACCIONES TOMADAS	NIVEL - ALTO	ACCIONES TOMADAS
DME-104-1		20 %	ALARMA	40%	ALARMA POR ALTO NIVEL.
DME-104-2		20 %	ALARMA	40%	CIERRE DE SUMINISTRO A PATIN DE RECIBO Y ENVIO.
DME-105-3		20 %	ALARMA	40%	ALARMA POR ALTO NIVEL DEMEZCLAS EXPLOSIVAS.
DME-105-4		20 %	ALARMA	40%	ALARMA POR ALTO NIVEL DEMEZCLAS EXPLOSIVAS.
DME-105-5		20 %	ALARMA	40%	ALARMA POR ALTO NIVEL DEMEZCLAS EXPLOSIVAS.
DME-105-6		20 %	ALARMA	40%	ALARMA POR ALTO NIVEL DEMEZCLAS EXPLOSIVAS.
DME-105-7		20 %	ALARMA	40%	ALARMA POR ALTO NIVEL DEMEZCLAS



DME-105-8	20 %	ALARMA	40%	EXPLOSIVAS. ALARMA POR ALTO NIVEL DEMEZCLAS EXPLOSIVAS.
DME-105-9	20 %	ALARMA	40%	ALARMA POR ALTO NIVEL DEMEZCLAS EXPLOSIVAS.
DME-105-10	20 %	ALARMA	40%	ALARMA POR ALTO NIVEL DEMEZCLAS EXPLOSIVAS.
DME-105-11	20 %	ALARMA	40%	ALARMA POR ALTO NIVEL DEMEZCLAS EXPLOSIVAS.
DME-105-12	20 %	ALARMA	40%	ALARMA POR ALTO NIVEL DEMEZCLAS EXPLOSIVAS.

**AREA: CASA DE COMPRESION.**

TAG	VALVULA ASOCIADA	NIVEL BAJO	ACCIONES TOMADAS	NIVEL ALTO-ALTO	ACCIONES TOMADAS
DME-102-1	VOS-1-1	20%	ALARMA	40 %	EN CUARTO DE CONTROL POR ALTA CONC. DE MEZCLA EXPOLISIVA DE COMPRESION.
DME-102-2	VOS-1-1	20%	ALARMA	40 %	EN CUARTO DE CONTROL POR ALTA CONC. DE MEZCLA EXPOLISIVA DE COMPRESION.
DME-102-3	VOS-1-1	20%	ALARMA	40 %	EN CUARTO DE CONTROL POR ALTA CONC. DE MEZCLA EXPOLISIVA DE COMPRESION.
DME-102-4	VOS-1-1	20 %	ALARMA	40 %	EN CUARTO DE CONTROL POR ALTA CONC. DE MEZCLA



DME-102-5	VOS-1-1	20 %	ALARMA	40 %	EXPOLISIVA DE COMPRESION. EN CUARTO DE CONTROL POR ALTA CONC. DE MEZCLA
DME-102-6	VOS-1-1	20 %	ALARMA	40 %	EXPOLISIVA DE COMPRESION. EN CUARTO DE CONTROL POR ALTA CONC. DE MEZCLA
DME-102-7	VOS-1-1	20 %	ALARMA	40 %	EXPOLISIVA DE COMPRESION. EN CUARTO DE CONTROL POR ALTA CONC. DE MEZCLA
DME-102-8	VOS-1-1	20 %	ALARMA	40 %	EXPOLISIVA DE COMPRESION. EN CUARTO DE CONTROL POR ALTA CONC. DE MEZCLA

**AREA: CASA DE BOMBAS DE LPG**

TAG	VALVULA ASOCIADA	NIVEL BAJO	ACCIONES EN CUARTO DE CONTROL	NIVEL ALTO	ACCIONES TOMADAS ACTIVACION
DME-301-1	VOSD-300	25%	ALARMA	50%	ALARMA EN CUARTO DE CONTROL. APERTURA DE VALVULA DE DILUVIO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO DE LA ZONA DE BOMAS DE GAS L.P.

**Detección de flama.**

Cuando se active el detector de flama, en casa de bombas de gas LP, el sistema deberá considerar la apertura en forma automática de la válvula de diluvio del sistema contra incendio y al mismo tiempo automáticamente cerrar la válvula de la entrada del LPG ducto, las acciones de entrada/salida del tanque de almacenamiento.



En las tablas siguientes se muestran los diferentes detectores de flama de la terminal, con las válvulas relacionadas.

DETECTORES DE FUEGO			
AREA	TAG	VALVULA ASOCIADA	ACCIONES TOMADAS
CASA DE BOMBA DE LPG	DF-120-1	VOS-1-2	* ALARMAS * APERTURA DE VALVULA DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO DE LA ZONA. * CIERRE DE VALVULAS DE DESPACHO TANQUE DE ALMACENAMIENTO..

El arranque de actividades del área afectada será manual desde el cuarto de control, del edificio administrativo una vez que se han restablecido las condiciones normales de operación.

#### Detección de humo.

Los sensores se ubicaran en el cuarto de control y enviaran su señal al sistema de control en donde se tendrá la alarma correspondiente.

DETECTORES DE FUEGO		
AREA	TAG	ACCIONES TOMADAS
CUARTO DE CONTROL	DH-130-1	AVISO Y/O EXTINCION DEL FUEGO POR EL PERSONAL EN TURNO CON EQUIPO PORTATIL CONTRA INCENDIO.
	DH-130-2	AVISO Y/O EXTINCION DEL FUEGO POR EL PERSONAL EN TURNO CON EQUIPO PORTATIL CONTRA INCENDIO.



## Red contra incendio

El flujo de agua contra incendio será operado por válvulas de diluvio (**VOSD**) desde el sistema digital de control de seguridad.

Las áreas que contarán con sistema automático de aspersión de agua contra incendio son las siguientes:

Área	no. válvula
Casa de compresión	vos-1-1
Casa de bombas LPG	vos-1-2

Cuando el sistema registre la presencia de fuego o mezclas explosivas en un área determinada ordenará la apertura de la válvula de diluvio **VOSD** del área en siniestro.

La red de agua contra incendio estará presurizada, cuando se abra la(s) **VOSD(s)** del área de siniestro la presión en la red baja, al bajar la presión en línea el interruptor de baja presión **SBP-500** envía su señal al sistema el cual al recibir la señal alarmará, en el área de BICYQ donde se localizarán las bombas para el sistema contra incendio las cuales serán activadas.

Simultáneamente habrá indicación en pantalla por desplegados dinámicos de las válvulas vos que se encuentren en operación en el momento del evento.

El cierre de las válvulas vos de agua contra incendio será desde el cuarto de control y cuando el operador lo determine, una vez que se han restablecido las condiciones normales de operación.

El paro de las bombas será en orden jerárquico al cerrar las válvulas vos de la red de agua contra incendio, y se realizará en el área de BICYQ.

Al parar las bombas la red de agua contra incendio quedará nuevamente presurizada y lista para operar nuevamente.

El Software debe estar diseñado de tal forma que cuando el fuego sea sofocado se emitan reportes con los siguientes datos (este reporte será complemento del reporte de detección de fuego).



a) acciones tomadas:

- área del evento o equipo
- no. tag vos que operaron.
- hora de inicio y final del evento.

El Software debe estar diseñado de tal forma que al término del turno, día o cuando el operador lo solicite emita un reporte escrito con los siguientes datos:

- a) hora y fecha del reporte
- b) reporte promedio de mezclas explosivas por áreas (0-100% ).
- c) reporte de alarmas por alto grado de explosividad por áreas (no. tag detectores e indicación 0-100% Iel).
- d) acciones tomadas por detección de mezclas explosivas.

El Software estará diseñado de tal forma que las acciones, indicaciones en pantalla y reportes se ejecuten en tiempo real a las condiciones de proceso actuales.

El Software estará diseñado de tal forma que se autodiagnóstico cualquier falla del Hardware y se indiquen en pantalla para su rápido restablecimiento (mantenimiento).

El Software estará diseñado de tal forma que tenga niveles de acceso mediante claves con el fin de cambiar o modificar parámetros de proceso o del mismo software y registrar al usuario con fecha, hora y nombre del usuario, la consola de operaciones estará equipada con palabras de control (password), para prevenir el acceso al sistema por personal no autorizado.

### **Paro de emergencia.**

El sistema deberá de contar con acción de paro de emergencia a solicitud del operador, en forma automática y manual, indicando en pantalla los pasos que se van efectuando cuando es operación automática; en el caso de operación manual el sistema le va indicando al operador los pasos a seguir.

La firma de ingeniería en su ingeniería de detalle debe diseñar la secuencia de paro por emergencia de acuerdo a la matriz lógica de paro que emitirá en la ingeniería de detalle y que debe ser aprobada por PEMEX.



## 5.8 ACCIONES DE CONTROL DEL SISTEMA.

Acciones de control como: arranque/paro de equipos, cambio de automático/manual, local/remoto, cambio de punto de ajuste, deberán poder efectuarse desde cualquier grafico dinámico que este presente en el monitor, mediante el teclado de las estaciones de operación. Los comandos de control que tengan acción directa sobre equipos y dispositivos de control, se deberán ejecutar mediante una confirmación del comando. Todas las acciones de control, así como el cambio de estado en los elementos finales serán registrados e impresos considerando hora, fecha y ficha así como la descripción del evento o comando ejecutado.

### Desplegados de controladores y su sintonización.

En estos desplegados se observaran y manipularan un mínimo de doce carátulas dinámicas de "controladores", en estos desplegados se observara el comportamiento dinámico de cada controlador y los valores de los parámetros de sintonía del mismo, los cuales podrán ser ajustados en forma manual o automática mediante el paquete para auto sintonización de controladores suministrado por el proveedor.

Se deberá tener un sumario de alarmas el cual incluirá como mínimo la identificación, ficha del operador de turno, fecha y hora con minutos y segundos en la que ocurrió la alarma y descripción de la misma.

Las alarmas que estén asociadas a una entrada analógica se podrán activar, desactivar o cambiar en su valor de una manera sencilla a través de la ventana que muestre la tendencia de la variable, debiendo considerar alarmas de muy alta, alta, baja y muy baja, a menos que en algún caso se indique lo contrario, el valor numérico de las alarmas deberá corresponder estrictamente con el tipo de estas. Es decir no se permite que una alarma de alta tenga un valor mayor a una alarma de muy alta, de igual forma el valor de las alarmas estará dentro del rango de la variable asociada, de no ser así se indicara con un mensaje.

El reconocimiento de los estados de alarma se ejecutara desde la consola de operación cuando en pantalla se este desplegando cualquier grafico y se presente algún estado de alarma, al realizar el reconocimiento de este, automáticamente se mostrara en pantalla el grafico especifico al cual pertenece dicha alarma y se silenciara la señal audible. Todas las alarmas se deben registrar en el sistema (mediante impresión y archivo histórico). Todos los eventos de alarma de proceso y servicios auxiliares se configuraran en base a la secuencia de operación propuesta para el sistema de seguridad.



Los colores a considerar para la generación de alarmas en los gráficos dinámicos son:

Para proceso:

- rojo con fondo blanco y destellando alarma presente.
- rojo con fondo blanco estático alarma presente reconocida.
- verde con fondo blanco alarma restablecida.

Para protección por presencia de gas y fuego. De acuerdo con la especificación del sistema de seguridad.

Las tendencias en tiempo real se actualizarán con el valor de la variable en un tiempo no mayor a un segundo (a menos que dentro de esta especificación se indiquen tiempos menores para casos específicos). En todas las tendencias en el eje de las ordenadas se representará el rango de la variable el cual se podrá amplificar para cualquier intervalo de valores dentro del rango de dicha variable; en cuanto al cambio de unidades del sistema métrico decimal al sistema inglés o viceversa este se reflejará también en los valores de la escala; en el eje de la abscisa se tendrá representado el tiempo en periodos seleccionables de un minuto, cinco minutos múltiplos de cinco y hasta de una hora. Para tener una mejor apreciación de los límites de alarma activos, estos se representarán dentro de la gráfica con líneas horizontales de diferentes colores.

En los desplegados de tendencias históricas se mostrarán los registros de las diferentes variables a analizar en periodos de tiempo que van desde 60 segundos hasta un mes calendario, mostrándose la actualización de los valores de la variable o las variables presentes en el gráfico, se podrá disponer sin ningún problema de la información existente en disco duro. En el caso de requerirse información almacenada anterior al mes calendario se podrá acceder a través de este desplegado de una manera directa desde la consola de operación.

## **5.9 SEGURIDAD EN EL SOFTWARE.**

Se refiere a la protección requerida, para evitar el acceso a los diferentes niveles de programación por personal no autorizado; y a la seguridad ofrecida en la operación y funcionalidad del software ofertado. Se deben considerar los siguientes aspectos en su oferta técnica:

- a) La consola de operación debe ser equipada con palabras de control (password), para prevenir el acceso al sistema, por personal no autorizado, con los siguientes niveles de operación:

- a.1 Nivel 1. Técnicos de operación de la terminal.



a.2 Nivel 2. Ingeniero de operación de la terminal.

a.3 Nivel 3. Ingeniero de sistemas.

### *A.1 NIVEL 1 OPERACION*

#### **TECNICOS DE LA TERMINAL**

Los técnicos de operación de la terminal operaran el sistema mediante el uso de desplegados de las pantallas sin requerir para ello mayores conocimientos de programación, únicamente habiendo recibido una capacitación simple y apoyados en los manuales de usuario específicamente preparados este nivel de operación.

### *A.2 NIVEL 2 OPERACION*

#### **INGENIERO DE OPERACION DE TERMINAL**

En este nivel el ingeniero de operación de la terminal tendrá acceso a todos los módulos y/o sistemas de control que conformen el sistema, teniendo la capacidad de monitorear las tareas específicas de cada área, y en su caso, corregir fallas de operación, calibración de valores y ajuste de control, por lo cual será necesario un password, registrándose como evento el hecho de modificar o corregir fallas en la operación.

El ingeniero de operación de la terminal no requerirá, para ejecutar su función, tener mayores conocimientos de programación, únicamente recibirá la capacitación adecuada y se apoyara en los manuales de usuario (nivel 2).

### *A.3 NIVEL 3 OPERACION*

#### **INGENIERO DE SISTEMAS**

En este nivel, mediante passwords, el ingeniero de sistemas podrá modificar modos de operación, modificar el software de aplicación y de configuración así como tener acceso a los archivos históricos.

El ingeniero de sistemas debe recibir capacitación de la arquitectura, estructuras, rutinas y utilerías que conforman el sistema, se apoyara en los



manuales de operación desarrollados para este nivel y debe tener capacitación periódica de actualización del sistema (nuevas rutinas, innovaciones o cambio de módulos del sistema, equipo nuevo, etc.), todas las modificaciones que se realicen quedaran registradas como eventos.

El software de aplicación será adecuado al hardware proporcionado por el fabricante no debiendo perder disponibilidad, velocidad de respuesta y capacidad de almacenamiento en archivos históricos.

- b) El sistema ofertado debe contar para la comunicación de datos, con rutinas de verificación de errores en la transmisión y recepción de datos; detectando el tipo de error y reportándolo en pantalla, en la impresora y en el grupo funcional de interfaz con el usuario. Estas rutinas deben tener la posibilidad de corregir automáticamente los errores detectados en la comunicación.
- c) En el paquete de concurso elaborado por la firma de ingeniería se indicara que el proveedor del sistema debe responsabilizarse de la distribución adecuada de cargas de trabajo para el mejor desempeño (performance), de cada grupo funcional del sistema ofertado, en su operación y funcionalidad, garantizando con esto, que la operación de los programas (software), cargados en el sistema no rompan sus secuencias y provoquen que algún grupo funcional salga de operación o afecte la operación de otros grupos.
- d) A cualquier falla del suministro eléctrico los archivos abiertos deben detectarse y cerrarse, para garantizar una reinicialización completa y consistente..

#### 5.10 PUBLICACIONES DE REFERENCIA.

Los siguientes códigos, estándares y especificaciones, deben ser considerados como parte de estas especificaciones, así como para el desarrollo de la ingeniería requerida con respecto a la instrumentación del sistema, todas las publicaciones deben ser de la última edición en vigor a la fecha.

2.11.1	NORMAS DE PETROLEOS MEXICANOS.
2.223.01	SISTEMA DE CONEXION A TIERRA.
2.225.01	CANALIZACION ELECTRICA Y TELEFONICA SUBTERRANEAS.
2.253.01	REQUISITOS GENERALES PARA TABLEROS DE CUARTO DE CONTROL.
2.40101	SIMBOLOGIA DE EQUIPO DE PROCESO.



- 3.403.01 COLORES Y LETREROS EN INSTALACIONES PETROLERAS.
- 3.411.01 APLICACION DE RECUBRIMIENTOS PARA PROTECCION ANTICORROSIVA.
- 2.451.01 INSTRUMENTOS Y DISPOSITIVOS DE CONTROL PARTE I.
- 2.451.03 SIMBOLOGIA E IDENTIFICACION INSTRUMENTOS.
- 2.453.01 SISTEMAS DE AIRE PARA INSTRUMENTOS.
- 3.223.01 INSTALACION DE SISTEMAS DE CONEXION A TIERRA.
- 3.255.01 GABINETES Y CAJAS DE INTERRUPCION.
- 2.13 PUBLICACIONES EXTRANJERAS
  - NEMA No. 70 CODIGO ELECTRICO NACIONAL
  - NEMA No. ISI.1 CAJAS Y GABINETES
  - NEMA 105 6-78 ENCLOSURES FOR INDUSTRIAL CONTROLS AND SYSTEMS.
  - NEMA No. IC56-78 CAJA Y GABINETES PARA CONTROLADORES INDUSTRIALES Y SISTEMAS.
  - IEE 472-74 GUIA PARA PRUEBAS DE CAPACIDAD DE RESISTENCIA A PUNTOS (SWS).
  - ISARP55.1 PRUEBAS DE EQUIPO DE COMPUTADORAS DIGITALES DE PROCESO.
  - ISA5.1 SIMBOLOGIA PARA IDENTIFICACION DE INSTRUMENTOS



IEEE	INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS.
LARS-232.C-69	INTERFAZ ENTRE EQUIPO TERMINAL DE DATOS QUE EMPLEA INTERCAMBIO BÍNARIO DE DATOS.
OSHA	OCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION.
API	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE.
ASTM	AMERICAN STANDARD TESTING OF MATERIALES.
ASME	AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS.
AGA	AMERICAN GAS ASSOCIATION.
ISO-9000	NORMAS DE CALIDAD EN MANUFACTURA.
SAM-STANDARD	ELECTROMAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF PROCESS CONTROL
PCN 33.1	INSTRUMENTATION
UL	UNDEWRITERS LABORATORY
API RP-550	MANUAL ON INSTALATION OF REFINERY
PARTE 1 SEC. 7	INSTRUMENTS AND CONTROL SYSTEMS PARTE I, PROCESS INSTRUMENTATION AND CONTROL (TRANSMITION SYSTEMS).
ISA	INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA.
No. 01.3.02	PROTECCION CONTRA INCENDIO DE LAS TERMINALES DE DISTRIBUCION DE PRODUCTO Y UNIDADES DE MEZCLA O ENVASADO.





## CONCLUSIONES.

Actualmente los sistemas de control e instrumentación son muy diversos y complejos, teniendo que tomar muchos criterios para su aplicación. En el presente trabajo se analizaron algunos de estos sistemas, ya que solo fueron aplicados a un sector bien definido de la industria petrolera.

Todos los sistemas de control digital presentan un cambio vertiginoso en su tecnología, como es sabido cada día aumentan tanto la capacidad de procesamiento como de almacenamiento de información, siendo muy difícil dar parámetros bien definidos de cómo deben estar conformados estos sistemas, sin embargo es posible dar los lineamientos que se deben seguir para automatizar un proceso, tales como sus permisivos de operación y calidad del producto.

Para automatizar cualquier proceso es necesario tener una idea de cómo opera este, ya que sin esto es prácticamente imposible automatizarlo ya que el fin de esto es mejorar la seguridad y calidad del proceso, ya sea químico o manufacturero.

Es necesario también conocer cuál es el principio de operación de los sistemas de control en auge actualmente, para que el ingeniero en control sepa como operan dichos sistemas y darle una mejor eficiencia a la selección de los diferentes equipos de control.

La industria petrolera nacional presenta en algunos casos atrasos en tecnología ya que muchos de sus procesos todavía presentan control mecánico y en otros control neumático, como es sabido este control es obsoleto, siendo necesario una urgente modernización para que México entre a la vanguardia en la calidad del crudo.



Con este trabajo de tesis se pretendió dar algunos criterios de ingeniería que se deben de seguir al momento de automatizar una planta.

Cabe reiterar que en este tipo de proyectos lo tecnológico alguna vez es superado por lo económico, dando como resultado el que no siempre se puede aplicar lo mejor técnicamente hablando en sistemas de control y automatización.



## **GLOSARIO.**

### **ACCION DE CONTROL.**

De un elemento o sistema de control es la naturaleza del cambio en la salida provocado por la entrada. La salida puede ser una señal o valor de una variable operativa. La entrada puede ser la señal de retroacción del lazo de control cuando el valor deseado es constante; un cambio del valor deseado; o bien la salida de otro elemento de control.

**ANSI.** American National Standards Institute.

**API.** American Petroleum Institute.

**ASME.** American Society Mechanical Engineers.

### **ATENUACION.**

Es la disminución de la magnitud de la señal entre dos puntos o entre dos frecuencias.

### **BIOS.**

(Basic Input Output System). Conjunto de rutinas de software que contienen rutinas las instrucciones detalladas para activar los periféricos conectados a la computadora.

### **BUFFER.**

(Memoria Intermedia). Es un dispositivo de almacenamiento temporal usado para compensar una diferencia en velocidad de transmisión de datos y flujo de datos entre dos dispositivos.

### **BUS.**

Un canal o ruta común entre dispositivos del hardware, ya sea internamente entre componentes de la computadora o externamente entre estaciones de una red de comunicaciones.

### **CACHE.**

Una sección reservada de la memoria que se utiliza para mejorar el rendimiento de la computadora. Son bancos de memoria de alta velocidad entre la memoria normal y el CPU.

**CD-ROM.**

(Compact Disc Read Only Memory). Manipulador del formato de disco compacto que se utiliza para almacenar texto, gráficos y sonido estereofónico de alta fidelidad.

**CISC.**

(Complex Instruction Set Computer). Computadora de conjunto de instrucciones complejo.

**CMU.**

(Condition Monitoring Unit). Unidad de Monitoreo de Condiciones.

**CONFIABILIDAD.**

Es la probabilidad matemática de que un dispositivo funciones en forma de alcanzar adecuadamente sus objetivos, en el lapso y bajo condiciones de operación especificadas.

**CONFORMAL COATING.**

Es un recubrimiento epóxico de alta densidad, que es aplicado a tarjetas de Sistemas de control a fin de facilitar su tiempo de vida.

**CONTROL DERIVATIVO.**

Es la acción para la cual la salida es proporcional a la derivada de la entrada con respecto al tiempo.

**CONTROL INTEGRAL.**

Es la acción en la que la salida es proporcional a la integral, con respecto al tiempo de entrada, o sea que la derivada de la salida es proporcional a la entrada.

**CONTROL PROPORCIONAL.**

Es la acción en la que existe una relación lineal continua entre la salida y la entrada. Esta condición se aplica cuando tanto la salida como la entrada están en su alcance normal de operación y cuando la operación es a una frecuencia inferior a cierto valor límite.

**CPU.**

(Control Processing Unit). Unidad central de proceso, es la parte de una computadora que realiza el procesamiento de información.

**CRT.**

(Cathode Ray Tube). Tubo de rayos catódicos. Pantalla de presentación en una terminal de video o televisión.

**CSMA/CD.**

(Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection). Sensor de portadora de accesos múltiples/detección de colisiones. Es un método de acceso en las comunicaciones de banda base que emplea una técnica de detección de tráfico de información en un bus de datos.

**DECOUPLING.** Desacoplamiento de señales.

**DPI.**

(Dots por Inch). Puntos por pulgada, es la medida de resolución de una impresora.

**DSCU.**

(Data Conditioning and Storage Unit). Es una unidad de almacenamiento y acondicionamiento de datos, esta basada en microprocesadores de alta tecnología basado principalmente en CPU'S.

**EPROM.**

(Electrically Programmable Read Only Memory). Memoria de Solo Lectura Borrable y Programable. Esta memoria puede ser borrada exponiéndola a una intensa luz ultravioleta para ser usada de nuevo.

**EEPROM.**

(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory). Memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente. Esta memoria es usada para mantener datos al día sin potencia, puede ser borrada dentro de la computadora.

**EIA.**

(Asociación de Industrias Electrónicas). Es una organización de normas de los EU, especializada en interfases multipunto.

**EISA.**

(Extended Industry Standard Architecture). Arquitectura Estándar Industrial Extendida. Es un estándar de bus para computadoras que extiende la arquitectura del bus y permite a más de una CPU compartir el mismo bus.

**ETHERNET.**

Es un estándar desarrollado por Xerox, Digital e Intel, que utiliza el método de acceso CSMA/CD, transmite a 10 Megabits por segundo y puede conectar un total de hasta 1024 nodos. Esta configurado básicamente por cuatro tipos:

- Estándar. 10 base 5.
- Estrecho. 10 base 2.
- Cable par trenzado. 10 base T.
- Fibra Óptica. 10 base F.

**FAST SCAN RATE.** Alta velocidad de proceso.

**FEEDBACK.** Retroalimentación.

**FIRMWARE.**

Una categoría de chips de memoria que mantiene su contenido sin energía eléctrica, se vuelve software cuando contiene código de programas.

**FM.** Factory Mutual.

**HARDWARE.** Es toda la maquinaria o equipo de cómputo.

**IEEE.**

(Institute of Electrical and Electronic Engineers). Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

**INTERFASE.**

Es un elemento físico compartido, definido por características de interconexión físicas comunes, características de señal y significados de señales intercambiadas.

**I/O.**

(Input/Output). Entrada/Salida. Una transferencia de datos entre el CPU y un dispositivo periférico.

**ISA.**

(Instrumentation Society America). Sociedad de Instrumentistas de América.

**ISO.**

(International Standard Organization). Organización Internacional de Estándares.

**KBPS.** Kilobit o Kilobyte por segundo.

**LNG.** (Liquied Natural Gas). Gas Natural Licuado.

**MAESTRO ESCLAVO.**

**(Arquitectura).** Es un tipo de arquitectura en el que existe una estación maestra (PLC) y una o varias estaciones esclavas. Solamente la Maestra puede tener la iniciativa del intercambio de información, a través de:

- Pregunta/Respuesta, las peticiones de la Maestra se dirigen a una esclava determinada. Se espera una respuesta de la esclava a la que se dirigió la pregunta.
- Difusión, la estación maestra difunde un mensaje a todas las esclavas del bus, estas ejecutan la orden si emitir respuesta alguna.

**MBPS.** Megabytes por segundo.

**MODBUS.**

Es un protocolo de comunicación para sistemas de computo, controladores lógicos programables y otros sistemas inteligentes. Fue diseñado por la Compañía MODICON. Su método de transferencia de datos es muy noble, de fácil entendimiento y de ofrece la ventaja de verificar los correctos datos transferidos. Existen dos tipos de modos de transmisión. Fue diseñado bajo la arquitectura MAESTRO-ESCLAVO.

- MODBUS RTU. Datos transferidos de modo binario y con ciclo de chequeo redundante.
- MODBUS ASCII. Datos transferidos en código ASCII, cada byte es dividido a la mitad, y es reconocido por caracteres ASCII, posee chequeo longitudinal redundante.

**MODEM.**

Es un dispositivo usado para convertir series de datos digitales de una terminal de transmisión a una señal análoga para transmisión sobre un canal telefónico como reconvertir la señal análoga transmitida a datos digitales en serie para su aceptación por una terminal receptor.

**MTBF.**

(Mean Time Between Failure). Tiempo medio entre fallas. Es el número de fallas que ocurren dividido por el número total de horas bajo observación.

**MTTR.**

(Mean Time To Repair). Tiempo medio entre reparaciones. Es el tiempo promedio necesario para reparar un componente averiado.

**NEMA.** (National Electric Manufactur Association).

**NFPA.** National Fire Protection Association.

**NOM.** Normas Oficiales de México.

**NVRAM.**

(No Volátil RAM). Es una memoria o medio de almacenaje que pierde todos los datos cuando se apaga la alimentación eléctrica.

**OSI.**

(Open System Interconnection). Interconexión de Sistemas Abiertos. Es un modelo de referencia que fue definido por la ISO, como un estándar para las comunicaciones mundiales. Define una estructura para la implementación de protocolos en siete etapas: Medio físico, Enlace de datos, Red, Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación.

**PLC.**

(Programmable Logic Controller). Controlador Lógico Programable utilizado en aplicaciones de control de procesos. Los microprocesadores de los PLC están generalmente basados en CISC y se han diseñado para entornos industriales escabrosos, de alta velocidad y en tiempo real.

**PPM.**

(Pages Per Minute). Páginas por minuto. Es una medida de velocidad de impresión de una página.

**PROTOCOLO.**

Es un conjunto formal de convenciones que rigen la organización de formatos y la medición relativa de tiempo de intercambio de mensajes entre dos sistemas de comunicación.

**RAM.**

(Random Access Memory). Memoria de Acceso Aleatorio. Es una memoria de lectura y escritura. Los datos almacenados se pierden si la alimentación eléctrica se corta.

**RECYCLE TRIP.** Disparo de Reciclo.

**RETROFITS.**

Es una acción de Modernización y Automatización realizada por Compañías dedicadas a estas actividades.

**ROM.**

(Read Only Memory). Memoria de solo lectura. Almacena permanentemente instrucciones y datos. Su contenido se crea en el momento de la fabricación y no se puede alterar.

**RS-232.**

Interfase eléctrica de 25 cables entre la computadora y un periférico, tal como un modem, ratón o impresora. Es una norma de la EIA para transmisiones en serie que utiliza conectores DB-25 de 25 pins, o DB-9 de 9 pins.

**RS-422.**

Interfase eléctrica que se extiende más allá de la RS-232, emplean conectores DB-37 de 37 pins.

**RVDT.** Transductor de Desplazamiento Rotatorio Variable.

**SCSI.**

(Small Computer System Interface). Interfase pequeña de sistemas de computo. Es una interfase de 8 bits, se clasifican en:

**SCSI-1** Transferencia de datos de algunos cuantos megabits, puede conectar muchos periféricos mientras que solo toma una ranura de la computadora.

**SCSI-2.**

Proporciona colas de ordenes y una opción de transferencia de datos de 10 MB hasta 40 MB.

**SCSI-3.**

Propone características realizadas y una mayor capacidad de manejo de dispositivos.

**SEÑAL ANALOGICA.**

Es una señal en modalidad de transmisión en la que los datos son representados por una señal eléctrica continuamente variable.

**SEÑAL DIGITAL.**

Es una señal en modalidad de transmisión en la que los datos son codificados ya sea de forma binaria uno, o cero.

**SEÑAL DE PULSO.**

Es una señal caracterizada por un crecimiento, decrecimiento de la onda y una duración finita.

**SET POINT.** Punto de ajuste.

**SDMC.** Sistema Digital de Monitoreo y Control.

**SOFTWARE.**

Es una serie de Instrucciones que realizan una tarea en particular llamado programa, podemos tener software de aplicaciones o de sistemas.

**SPARE.** Reserva.

**STEADY.** Estado de Operación Normal.

**SOFTWARE.**

Es una serie de Instrucciones que realizan una tarea en particular llamado programa, podemos tener software de aplicaciones o de sistemas.

**TCP/IP.**

(Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Protocolo de Control de Transmisiones / Protocolo Internet.

**UPS.**

(Uninterruptible Power Supply). Fuente de Alimentación Ininterrumpible. Es un sistema de energía de seguridad para un sistema de computo, cuando la energía eléctrica de la línea se interrumpe o baja el nivel de tensión.



## BIBLIOGRAFIA

- Hostetter, Gene H.  
Sistemas de Control  
México, Mc GraW Gill
- Dorf Richard, C  
Sistemas Automáticos de Control  
México, Fondo Educativo
- Carlson, A. Bruce  
Sistemas de Comunicación  
México, Mc Graw Hill
- Eckhouse, Richard H.  
Sistemas de Minicomputadoras  
México, Prentice Hall
- Morris, Robert C.  
Diseño de Circuitos Integrados  
México, Continental
- Comprehensive Product Catalog  
Rosemount Measurement, 1997.
- ABB Instrumentation  
Products Specifications, 1997.
- System Identification and control desing  
Loan Doré Landau
- Gerez Greiser, Victor  
El enfoque de sistemas  
México, Limusa
- Katsuhiko Ogata  
Ingeniería de Control Moderna  
México, Prentice Hall
- Alan Freedman  
Diccionario de Computación  
México, Mc Graw Hill
- Neil Jenkins  
Redes de Area Local  
México, Prentice Hall
- Uyless black  
Redes de Computadoras, Protocolos  
Interfases y Normas  
México, Alfa Omega
- Digital Control System  
Rolf Isermann  
Springer – Verlag, Berlin
- Harriett, P.  
Control Process  
Mc Graw Hill



Antonio Creus  
Instrumentación Industrial  
México, Alfa Omega