

30
24

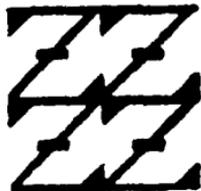


UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

“ ESTRATEGIAS PARA LA
MODERNIZACION DE LOS SISTEMAS
DE INSTRUMENTACION Y CONTROL DE
PROCESOS DE REFINACION ”

U N A M
F E S
Z A R A G O Z A



Lo humano eje
de nuestra reflexión

T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A
JUDITH OCAMPO GOMEZ

MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN



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 está 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES *ZARAGOZA*

JEFATURA DE LA CARRERA
DE INGENIERIA QUIMICA

OF/JU/082/33/95

C. JUDITH OCAMPO GOMEZ
P R E S E N T E.

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado para el Examen Profesional, le comunico que la Jefatura a mi cargo ha propuesto la siguiente designación:

PRESIDENTE: ING. SALVADOR GALLEGOS RAMALES
VOCAL: ING. JOSE LUIS PEREZ NAVARRO
SECRETARIO: ING. ARTURO E. MENDEZ GUTIERREZ
SUPLENTE: ING. HUGO MARTINEZ ROJAS
SUPLENTE: ING. FLORA ANTOR HERNANDEZ

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F., 17 de mayo de 1995



ING. JOSE BENJAMIN RANGEL GRANADOS
JEFE DE LA CARRERA

irm

Al ser supremo

*Porque me ha permitido
expresar una parte de mí*

Agradecimientos

A mis padres
Carlos y Magdalena

A mis Hermanos
Carlos, Araceli, Jorge y Ricardo

A mi Abuelita Elodia

A mis Tíos
Margarita y Luis

A mis Sobrinos
Karla, Daniela y Carlos

A un Hombre muy Especial
Biólogo Jaime García C

A todos ellos por su presencia y por haber creído siempre en mí, ya que gracias a su apoyo y consejo he llegado a realizar una de mis metas, la cual constituye el don más valioso que pudiera recibir para continuar con mi superación personal

Espero siempre ser una persona bien intencionada

Judith

A la Universidad Nacional Autónoma de México,
Especialmente a la Facultad de Estudios Superiores
Plantel "Jaragoza" y a Todos los Profesores
que en ella imparten y comparten
sus experiencias y conocimientos.

Con eterna gratitud, respeto y cariño.
Justik.

Reconocimientos

Al Instituto Mexicano del Petróleo, por ser la Institución que me brinda los fundamentos de mi formación en la rama de la Instrumentación y el Control, en la que he fondeado mi desarrollo profesional.

Al Ing. José Luis Pérez Navarro, por el apoyo en la elección del tema y el desarrollo del mismo, aportando desinteresadamente su tiempo, paciencia y experiencia para la culminación de esta Tesis.

A mis sinodales, los Ingenieros Salvador Vallegos Ramales, Arturo E. Méndez Gutiérrez, Hugo Martínez Rojas y Flora Andor Hernández por sus valiosos comentarios para la definición y desarrollo de esta Tesis.

Al Ing. Rodolfo Cigala por su comprensión y apoyo para la realización de este trabajo.

A los Ingenieros Pedro Cortez Palleraz, Mario Chew Barranco y Salvador León Gutiérrez por los conocimientos y apoyo, que me han permitido desarrollarme profesionalmente.

A mis compañeros y amigos del Instituto Mexicano del Petróleo; José Pérez, Daniel Medrano, Antolín Belancourt, Miguel Ángel Hernández, Gustavo Carrson, Abundio Álvarez, Pedro A. Cruz, Julio Jiménez, Angel Vázquez, Elvira Cruz y Gerardo Sánchez.

Al Ing. Efraín Hernández por sus sugerencias y contribuciones para el desarrollo de este Trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | TEMA | PAGINA |
|--|--|--------|
| RESUMEN | | |
| CAPITULO I. INTRODUCCIÓN | | |
| 1.1 | Introducción | 1 |
| 1.2 | Generalidades | 4 |
| CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO | | 6 |
| 2.1 | Planta de Destilación Atmosférica | 7 |
| 2.2 | Planta de Destilación al Vacío | 13 |
| CAPITULO III. DEFINICIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE LA PLANTA | | 16 |
| 3.1 | Criterios Generales de Selección de Instrumentos | 17 |
| 3.2 | Criterios Generales para la Selección de Instrumentación para Medición y Control de la Planta de Destilación Atmosférica y al Vacío 2, en su fase original | 18 |
| 3.3 | Estado Actual de los Sistemas de Instrumentación y Control | 22 |
| 3.4 | Actualización de la Instrumentación. | 23 |
| CAPITULO IV. EVALUACIÓN ECONÓMICA | | 25 |
| CAPITULO V. GENERACIÓN DE DOCUMENTOS REQUERIDOS PARA LA MODERNIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL. | | 29 |
| 5.1 | Diagramas de Tubería e Instrumentación | 32 |
| 5.2 | Índice de Instrumentos | 33 |
| 5.3 | Diagramas Funcionales de Instrumentación | 39 |
| 5.4 | Hojas de Datos de Instrumentos | 48 |
| 5.5 | Memorias de Cálculo | 50 |
| 5.6 | Hojas de Especificaciones | 54 |
| 5.7 | Sumario de Señales de Entrada/Salida y Funciones | 57 |
| 5.8 | Esquemas de los Desplegados Gráficos. | 59 |
| CAPITULO VI. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA ADQUISICIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO | | 66 |
| 6.1 | Equipos y Accesorios (Hardware) | 67 |

| TEMA | PAGINA |
|--|---------------|
| 6.2 Programas, Lenguajes y Procedimientos (Software) | 75 |
| 6.3 Servicios de Proveedor | 78 |
| 6.4 Confiabilidad y Obsolescencia | 80 |
| 6.5 Especificaciones del Sistema de Control Distribuido TDC-3000 | 82 |
| CAPITULO VII. MODIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL EXISTENTES Y ADICIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AVANZADO | 88 |
| 7.1 Modificación de Sistemas de Control Existentes | 88 |
| 7.2 Adición de un Sistema de Control Avanzado de Proceso | 90 |
| 7.3 Sistema de Control Avanzado en la Planta de Destilación Atmosférica | 92 |
| 7.4 Sistema de Control Avanzado en la Planta de Destilación al Vacío | 96 |
| CAPITULO VIII. SISTEMAS AUXILIARES E INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO | 101 |
| 8.1 Aire Acondicionado | 102 |
| 8.2 Iluminación | 105 |
| 8.3 Piso Falso | 106 |
| 8.4 Sistema Contra Incendio | 109 |
| 8.5 Sistema de Interconexión | 110 |
| CAPITULO IX. METODOLOGÍA PARA LA TRANSFERENCIA DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL EXISTENTES A LOS MODERNIZADOS | 115 |
| CONCLUSIONES | 121 |
| ANEXO A. NOMENCLATURA | A-1 |
| ANEXO B. SIMBOLOGIA | B-1 |
| ANEXO C. GLOSARIO SOBRE SISTEMAS DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN | C-1 |
| ANEXO D. GLOSARIO SOBRE CONTROL AUTOMÁTICO | D-1 |
| ANEXO E. GLOSARIO SOBRE SISTEMAS DE CONTROL DIGITAL | E-1 |
| BIBLIOGRAFÍA | Bibl-1 |

RESUMEN

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad abordar algunos de los aspectos relativos a la actualización de Sistemas de Instrumentación y Control, los que son requeridos en la operación de la planta productiva del país, incluyendo los cambios tecnológicos pertinentes para poder ser competitivo tanto en el mercado interno como externo. El planteamiento propuesto se presenta considerando que se requiere maximizar la disponibilidad del equipo en una planta en operación y modernizar en lo posible el desempeño del Sistema de Instrumentación y Control del proceso mediante una serie de estrategias diseñadas para tal efecto.

El presente trabajo fue realizado en nueve capítulos describiéndose someramente cada uno de ellos a continuación: El primero de éstos tiene como finalidad introducir al lector a la evolución que han tenido los Sistemas de Instrumentación y Control a través del tiempo y explicar brevemente las estrategias a seguir para la modernización de estos en un proceso dado.

En el segundo capítulo se presenta la descripción del proceso para las Plantas de Destilación Atmosférica y al Vacío No. 2, ya que importante comprender su naturaleza y así identificar las secciones de mayor repercusión en la obtención de los productos.

Del tercer al séptimo capítulo, se plantean las Estrategias para la Modernización de los Sistemas de Instrumentación y Control de la planta indicándose sus criterios de selección; simultáneamente se presenta la generación de documentos requeridos para la modernización. Estos documentos contienen la información de todos los instrumentos presentes en la planta, así como las funciones que realizan y la forma en que se instalan.

Otra de las Estrategias planteadas es la Especificación General para la adquisición de un SCD tales como: equipo, accesorios, programas, lenguajes, procedimientos, servicios de proveedor, confiabilidad y obsolescencia. El mejoramiento de los Sistemas de Control existentes y la adición de un Sistema de Control Avanzado para las plantas tomadas como referencia, son otras de las estrategias que habrán de aplicarse, para mejorar substancialmente el desempeño de los procesos.

En el capítulo ocho se describen los Sistemas Auxiliares y procedimientos de Interconexión del SCD para tener un buen desempeño en la operación del proceso y como consecuencia alargar la vida útil de los equipos y del mismo SCD.

En el último capítulo se presenta la metodología para la Transferencia de los Sistemas de Instrumentación y Control existentes a los modernizados para poder integrar los dispositivos de instrumentación y control sin causar disturbios.

Por último se presenta una serie de anexos, cuya finalidad es la de apoyar al lector en lo concerniente a comprender los términos involucrados en el desarrollo del proyecto los que le serán de gran utilidad en otros proyectos de Sistemas de Instrumentación y Control.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.1. INTRODUCCIÓN

Ante la inminencia del cambio tecnológico en la planta productiva de nuestro país, motivado por las presiones ejercidas desde el exterior (TLC), por otros sistemas productivos de evidente desarrollo y como una reacción de supervivencia, es necesario establecer estrategias que permitan seguir siendo a la industria nacional competitiva, no sólo en los mercados exteriores sino en el mismo mercado interno, al tener que competir con gran cantidad de productos de importación de bajo costo y calidad aceptable.

Especialmente en México, donde se vive una economía sensible a los costos de la energía y al retraso tecnológico, los cuales impactan directamente en el manejo de la planta, por lo que se requiere maximizar la disponibilidad del equipo en una planta en operación y modernizar en lo posible sus Sistemas de Instrumentación y Control mediante la utilización de dispositivos inteligentes o sistemas de señalización que proporcionen facilidades en el control coordinado y supervisión en la operación de la planta.

Una de las alternativas que permite a la industria aumentar la productividad de sus procesos, y la calidad de los productos, con menor inversión, que menos modifica al proceso y con la curva de aprendizaje más corta, es la optimización mediante la Modernización de los Sistemas de Instrumentación y Control ya existentes en dichos procesos.

La Instrumentación y Control de una planta están clasificadas como partes esenciales en la operación de un proceso, ya que son las herramientas con las que cuenta el operador para el control, la supervisión y el paro ordenado de la planta, por lo que sin aparatos automáticos para medir y controlar muchos de estos procesos no podrían simplemente existir, ya que los instrumentos pueden detectar condiciones y tomar acciones de control más rápidas y precisas que el operador humano.

En este trabajo se hace un estudio para la Modernización de los Sistemas de Instrumentación y Control de la Planta de Destilación Atmosférica y al Vacío, ubicada en Salina Cruz, Oaxaca. Teniendo en cuenta que esta planta fue comenzada a construir en 1982 y comenzó a operar en 1989, se puede situar el tipo de Instrumentación y Control con que fue diseñada, lo que implica que cierta parte de la instrumentación sea actualmente considerada de tipo convencional u obsoleta.

Debido a la complejidad de los procesos de modernización, se requiere establecer perfectamente una metodología y programa de actividades para la elaboración del proyecto. Como alcance de este documento, se presentará una metodología que defina las principales etapas que ha de seguir un proyecto de modernización de los Sistemas de Instrumentación y Control como los de la Planta de Destilación

Atmosférica y al Vacío, ubicada en Salina Cruz, Oaxaca, que solo involucró dicha modernización a los instrumentos asociados a circuitos de control, ya que los instrumentos locales no se sustituyen en esta etapa. Cabe hacer mención que el esquema del proceso no sufrió ninguna modificación.

Las estrategias que se adoptaron se engloban en los siguientes conceptos:

1. Actualización documental de los Sistemas de Instrumentación y Control.
2. Sustitución de instrumentos en mal estado.
3. Modificación a las Estrategias de Control existentes y adición de estrategias de Control Avanzado.
4. Adición de nuevos instrumentos y Sistemas de Control
5. Sustitución de la instrumentación del tablero de control por un Sistema de Control Distribuido.

Los conceptos antes mencionados se desarrollarán en los siguientes puntos:

1. Definición del estado actual de los Sistemas de Instrumentación y Control de la planta:

Constituye la entrada a la definición de las estrategias de modernización que se adoptarán. En este punto se analizará la situación prevalectante en la instrumentación, así como algunos de los aspectos de la sustitución de la misma.

2. Evaluación Económica

El objetivo principal es mostrar a través de un estudio técnico-económico, que la modernización pueda ser atractiva en cuanto a recuperación de inversión y ganancias futuras. Su importancia reside en el hecho de que este es el punto de decisión, sobre seguir o no con el proceso de modernización.

3. Generación de los documentos requeridos para la modernización de Instrumentación y Control:

Se tratarán y mostrarán los documentos representativos, de la manera más general posible, por medio de los cuales se lleva a cabo el proceso de recopilación de la información de los instrumentos, a partir de los cuales se verifica su existencia, se identifican sus características y condiciones de operación, para que posteriormente se puedan adquirir adecuadamente a cada servicio, aquellos que requieran sustitución o adición.

4. Especificaciones generales del Sistema de Control Distribuido:

Dentro de esta parte se especificará en una forma general, los aspectos que debe reunir un Sistema de Control Distribuido para que pueda ser debidamente adquirido, y cumplir con los requerimientos establecidos así como definir las provisiones necesarias para su interconexión a la instrumentación del tablero de control.

5. Modificación a los Sistemas de Control existentes y adición de un Sistema de Control Avanzado:

De acuerdo con el desempeño de los distintos Circuitos de Control involucrados en la automatización del proceso, se modificarán aquellos Circuitos que han mostrado deficiencias en su operación, procurando así mejorar la estabilidad del proceso. Es en esta etapa cuando a partir de la evaluación económica, se adicionan las estrategias de Control mejoradas, basadas en modelos matemáticos más completos, que se conocen como estrategias de Control Avanzado, cuya finalidad es aumentar la controlabilidad y por ende la productividad de las plantas.

6. Procedimiento de instalación e interconexión del Sistema de Control Distribuido:

Tanto la instrumentación a adicionar, como el Sistema de Control Distribuido, requieren de una serie de servicios y sistemas auxiliares que permitan su óptimo desempeño. En este punto se describen los diferentes servicios y provisiones requeridos para la instalación de un Sistema de Control Distribuido y la instrumentación de campo asociada.

7. Metodología para la transferencia en operación de los Sistemas de instrumentación y Control existentes a los modernizados:

Cuando ya se ha recopilado la información suficiente por la que se ha de modernizar los Sistemas de Instrumentación y Control, entonces se procede a establecer una metodología por medio de la que, sin alterar las operaciones de la planta, se realicen los cambios de los Sistemas de Instrumentación y Control existentes al Sistema de Control Distribuido.

1.2 GENERALIDADES

Es indudable que la búsqueda de bienestar, confianza, estabilidad y seguridad han sido las mayores preocupaciones del ser humano y que gracias a los estudios, creatividad e investigación de diferentes hombres han nacido diversas disciplinas en distintas épocas, que cumplen con la misión de simplificar y hacer más provechosas las actividades cotidianas. Es evidente que la Instrumentación y el Control Automático no son ajenos a este fenómeno y se ha caracterizado por al menos en dos factores: primero, permitir el diseño y construcción de Plantas de procesamiento en gran escala, capaces de obtener productos de calidad uniforme a partir de materia prima y energía; y segundo, la fabricación y uso de instrumentos capaces de medir, controlar confiable y eficientemente los procesos correspondientes.

El Control Automático de procesos ha incrementado en recientes fechas notablemente sus beneficios, ya que su gran versatilidad permite simplificar una amplia variedad de tareas, que sin este recurso sería muy difícil realizar. Por otro lado la Instrumentación ha tenido gran impulso en los últimos años, debido básicamente a que simplifica las operaciones productivas en planta, y realiza un control más exacto y preciso de las variables que se pretenden controlar para la operación de diferentes equipos. Otra razón por la que la Instrumentación y el Control Automático han encontrado un auge muy importante, es el hecho que se han mejorado las técnicas de fabricación de estos instrumentos, permitiendo que estos sean más confiables y exactos, además de que los nuevos principios de operación de los Sistemas Electrónicos permiten nuevas y mejores funcionalidades a los Sistemas de Instrumentación y Control para plantas de proceso.

Actualmente la Instrumentación y el Control de una planta se consideran como una parte esencial en su operación, ya que éstas son las herramientas con las que cuenta el operador para el control, la supervisión y el paro seguro de la planta. Estas disciplinas son tan antigua como la misma humanidad, debido ya que culturas como la Maya y la Egipcia tenían instrumentos para medir el tiempo, el peso, etcétera sin embargo, la Instrumentación y Control Automático se puede considerar que nacieron en el año de 1789, con la invención de James Watt del regulador automático de admisión de vapor de la máquina de vapor, desde entonces su desarrollo ha pasado por las siguientes etapas:

- a) Antes del año de 1920 la Instrumentación y el Control de procesos industriales se reducía a una simple indicación local de la variable (flujo, nivel, temperatura, presión, etc.), y a su corrección manual por medio de su elemento final de control.

b) Del año de 1920 a 1950, se desarrolla la Instrumentación Mecánica y Neumática, permitiendo la construcción de Cuartos de Control adyacentes al Proceso y aplicando además algunas técnicas de Control Automático.

c) En la década de 1950 a 1960 se desarrolla la Instrumentación Electrónica, pero con grandes limitaciones debido principalmente al tipo de componentes utilizados (bulbos). Los trabajos que entonces se desarrollaron sobre la Teoría de Control, son conocidos como los primeros del periodo moderno.

d) En la década de 1960 a 1970, se desarrolla la Instrumentación Electrónica de Estado Sólido, con la consecuente miniaturización del equipo empleado, incrementando la información del Proceso por área determinada en los Tableros de Control, permitiendo a su vez la aplicación más efectiva de la estrategia de Control Centralizado, así como del uso de técnicas más avanzadas con apoyo de las Computadoras Analógicas.

e) Del año de 1970 a la fecha se desarrolla la Instrumentación de Estado Sólido de Tipo Digital con filosofías de control como:

-El sistema de adquisición de datos en donde a través de interfaces Hombre-Máquina y Proceso-Máquina, la Computadora entrega y recibe en forma precisa, explícita y ordenada la información del Sistema.

-Más tarde, con el conocimiento profundo de los procesos, se desarrollaron los primeros modelos matemáticos de los mismos, mediante los cuales los Sistemas Digitales desarrollaron la Filosofía de Control Supervisorio de Punto de Ajuste..

-Posteriormente, el Control Digital Directo incorporó en la memoria de la Computadora las subrutinas desempeñadas por los controladores, así como los modos y acciones de cada Controlador.

-Finalmente, con el desarrollo del Microprocesador se abre paso a una nueva estrategia, la del Control Distribuido, la que tiene grandes ventajas sobre las anteriores debido a su gran versatilidad para utilizar los avances Tecnológicos más recientes y permitir un mejor desempeño funcional de los Sistemas de Instrumentación y Control.

El compromiso que se debe cumplir al actualizar los Sistemas de Instrumentación y Control de Procesos con "Tecnología de Punta", es contar con mejores herramientas y recursos disponibles, procurando el máximo aprovechamiento de los Sistemas de Instrumentación y Control actualmente existentes en la planta. Lo anterior asegura que la experiencia ganada en la adecuada operación de las plantas siga siendo válida y se mejore en rubros específicos.

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL PROCESO

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL PROCESO

PLANTAS DE DESTILACION ATMOSFERICA No.2 Y DE DESTILACION AL VACIO No.2, SALINA CRUZ, OAX.

Las plantas de Destilación Atmosférica No.2 y de Destilación al Vacío No.2, forman parte del tren lógico de procesamiento de crudo de la segunda etapa de la Refinería de Petróleos Mexicanos, ubicada en Salina Cruz, Oaxaca. La finalidad de este tren de procesamiento es obtener destilados primarios, a partir de una carga de crudo procedente por ductos, de los campos de extracción en la sonda de Campeche, siendo principalmente crudo cretácico o una mezcla 50%/50%. Vol. de crudo cretácico y crudo marino.

La Planta de Destilación Atmosférica 2, envía como carga a la Planta de Destilación al Vacío 2, crudo reducido de diferentes características, para posteriormente ser destilado y así obtener gasóleos, además de un residuo pesado para tratamiento en la Unidad Rompedora de Viscosidad de dicha Refinería. Para lograr esto, se requiere que la Planta de Vacío y la Atmosférica operen en serie, recibiendo directamente residuo caliente de la fraccionadora, o bien que puedan operar independientemente, es decir, recibiendo carga fría directamente de tanques, esto sin afectar su capacidad de diseño y al mismo tiempo lograr integrar el equipo de intercambio de calor de la mejor manera que permita el ahorro de energía, teniendo la flexibilidad requerida de poder en un momento dado cambiar a operación independiente, manteniendo altos rendimientos de productos y la facilidad para ajustar éstos a los distintos requerimientos de producción, de tal manera que tanto su carga, como sus productos tengan dos o más alternativas de suministro y salida. Esto permitirá la necesaria independencia de operación, sin afectar la operatividad del resto de la planta, lo que las hace ser más flexible que las plantas Combinadas.

Los Diagramas de Flujo de Proceso de las plantas, se pueden referir a los esquemas de las Vistas Generales del capítulo V.

2.1 PLANTA DE DESTILACION ATMOSFERICA

El objetivo de la planta es la separación del crudo en sus fracciones comerciales para la obtención del gas combustible (LPG), nafta ligera, nafta pesada, turbosina, kerosina, diesel, gasóleo pesado y crudo reducido; además del tratamiento de las corrientes producto de LPG y de nafta ligera, así como el tratamiento de las aguas amargas residuales. Está diseñada para procesar 150,000 Barriles por día en capacidad nominal de crudo, teniendo la capacidad de procesar hasta 160,000 BPD.

La planta está constituida de las siguientes secciones:

1. **Pre calentamiento:** se efectúan las operaciones de pre calentamiento del crudo para llevarlo al nivel de temperatura necesario para efectuar la eliminación de sales.
2. **El Desalado:** reduce el contenido de sales y agua en el crudo.
3. **Despunte y Calentamiento:** separa las fracciones ligeras contenidas en la alimentación que calienta al crudo despuntado.
4. **La Destilación Atmosférica y Agotamiento:** realiza la destilación del crudo despuntado y las fracciones obtenidas se agotan para obtener la especificación deseada.
5. **Fraccionamiento:** se estabiliza la nafta ligera.
6. **Tratamiento de LPG con Dietanolamina (DEA).**
7. **Tratamiento Cáustico de LPG.**
8. **Tratamiento Cáustico de Nafta.**
9. **Tratamiento de Agua Amarga.**

Los Diagramas de Flujo de Proceso de la Planta se presentan en los Esquemas de las Vistas Generales del capítulo V. (Figuras 5.4a hasta 5.4d)

A continuación se describen brevemente las secciones antes indicadas:

2.1.1 Pre calentamiento.

Al crudo proveniente de almacenamiento se le adiciona una solución de sosa (al 15% en peso) como neutralizante y agua en una cantidad equivalente al 2% del flujo de crudo, con el propósito de disolver las sales contenidas en el crudo o que son depositadas a lo largo del tren de pre calentamiento y se agrega un desemulsificante como agente coalescedor.

La corriente de crudo se divide para alimentarse a dos trenes de pre calentamiento idénticos, mediante las Bombas de Carga A-GA1/R y A-GA2/R. El pre calentamiento del crudo se lleva a cabo aprovechando el calor de los diversos efluentes de la Torre

Atmosférica A-DA 3, así como de los reflujos externos de la misma. En esta forma el crudo intercambia calor con todo el tren de intercambiadores y posteriormente, el crudo precalentado se envía a las Desaladoras A-FA 1A y A-FA 1B .

2.1.2 Desalado.

El desalado del crudo es un proceso de tipo electrostático, de dos etapas, que dependiendo del contenido de sales en el crudo, se puede realizar en dos formas:

1. Desalado utilizando el flujo de agua en serie con 8% en volumen de agua de dilución con respecto al crudo.
2. Desalado con alimentación de agua en paralelo a cada etapa del desalado con 10% de agua (5% en cada etapa).

Como se mencionó, parte del agua de dilución se inyecta en la sección de bombas de carga A-GA 1/R y A-GA 2/R.

En la operación en serie, que corresponde a la operación normal, el crudo caliente se mezcla con agua proveniente de la segunda etapa de desalado y se alimenta a las Desaladoras A-FA 1A y A-FA 1B de cada tren, donde se realiza aproximadamente el 95% de la remoción de sales; el crudo efluente se mezcla con agua fresca y pasa a las desaladoras A-FA 2A y A-FA 2B para completar el desalado.

En la operación en paralelo, el crudo se pone en contacto con agua fresca, alimentada en ambas etapas de desalado.

2.1.3 Despunte y Calentamiento

El crudo desalado efluente de las desaladoras, recibe una inyección de sosa como agente neutralizante y se alimenta a los intercambiadores Crudo/Residuo A-EA 13 A/H y A-EA 14A/H con el objeto de alcanzar las condiciones de despunte, aprovechando para ello el calor cedido por las corrientes de residuo atmosférico antes de enviarse a Límite de Batería .

La alimentación del crudo, a las Torres Despuntadoras A-DA 1 y A-DA 2 (cada una de las torres tiene 6 platos tipo válvula) se hace a control de nivel de las mismas, por debajo del último plato. Debido a la presencia de agentes corrosivos (H_2S y HCl en presencia de agua), se inyectan inhibidores de corrosión, filmico y neutralizante, así como amoníaco en estado gaseoso a la línea de domos de las torres despuntadoras. Además, para disolver los depósitos de sales en los Condensadores de Despuntadoras A-EA 15 y A-EA 16 se inyecta agua de proceso intermitentemente a la entrada de éstos.

El crudo despuntado que se obtiene por el fondo de las torres despuntadoras se envía a control de flujo, por medio de las Bombas de Crudo Despuntado a los Calentadores de Crudo de la planta primaria, donde se calienta hasta obtener la vaporización requerida para ser alimentado a la Torre Atmosférica A-DA 3.

2.1.4 Destilación Atmosférica y Agotamiento.

Las dos corrientes de crudo despuntado provenientes de los calentadores se alimentan a la Torre Atmosférica A-DA 3, que consta de 41 platos, en la que la zona de vaporización se presenta entre los platos 37 y 38 de la misma y se le suministra por el fondo de la torre vapor de agua de baja presión sobrecalentado, para contribuir como agente de arrastre de los productos ligeros ya que disminuye la presión parcial de los hidrocarburos.

El efluente del condensador pasa al Acumulador de Torre Atmosférica A-FA 4, donde se separa agua como fase pesada que se envía al Tanque Colector de Agua Amarga .

Con el objeto de mantener el perfil de temperaturas adecuado en la Torre Atmosférica A-DA 3, en la sección de extracción de turbosina se cuenta con una recirculación tomada del plato 7, por medio de la Bomba de Recirculación Superior, que intercambia calor con el crudo de alimentación en los equipos Intercambiadores de calor de crudo y en caso de falla de alguno de estos equipos se usará el Enfriador de Recirculación Superior A-EC 4.

La extracción lateral de kerosina de la Torre Atmosférica A-DA 3, se realiza por el plato 16 y se alimenta al plato 1 del Agotador de Kerosina A-DA 5 a control de nivel de éste.

La extracción de diesel de la torre atmosférica se lleva a cabo en el plato 25 y se alimenta a control de nivel al Agotador de Diesel A-DA 6, posteriormente el residuo atmosférico se envía a la Planta de Vacío para su fraccionamiento a control de nivel del fondo de la torre atmosférica, mientras que por los fondos de la torre se obtiene crudo reducido. En los fondos del agotador se obtiene combustóleo (gasóleo pesado).

La recolección de las aguas amargas provenientes de los tanques acumuladores de las torres despuntadoras y atmosféricas, se realiza en el Tanque Colector de Agua Amarga de la misma planta.

2.1.5 Sección de Fraccionamiento.

La Sección de fraccionamiento está diseñada para estabilizar nafta proveniente de las Torres Despuntadoras A-DA 1 y A-DA 2 de la Sección Atmosférica.

La nafta proveniente se alimenta al Precalentador de Carga de la Torre Desbutanizadora A-EA 52 A/C, donde se vaporiza parcialmente al aprovechar parte del calor de los fondos de la Torre Desbutanizadora A-DA 51, mientras que por el domo de esta torre se obtiene una corriente de butanos y más ligeros, que se envía al Condensador de la Torre Desbutanizadora A-EA 51 A/B, donde se condensa parcialmente utilizando agua como medio de enfriamiento

La separación del condensado y del vapor se lleva a cabo en el Acumulador de Reflujo de Torre Desbutanizadora A-FA 51, que además cuenta con una Piema para la separación de una fase acuosa, que se envía intermitentemente a control de nivel a la Sección de Tratamiento de Aguas Amargas.

Por el fondo de la columna se obtiene la corriente de nafta que se alimenta como carga al Rehervidor de la Torre Desbutanizadora A-BA 51, el cual es un calentador a fuego directo que tiene la facilidad de usar combustóleo o gas como combustible.

2.1.6 Tratamiento de LPG con DEA

Esta sección de tratamiento procesará una corriente de LPG amargo proveniente de la Sección de Fraccionamiento.

El tratamiento consiste en eliminar el ácido sulfhídrico hasta una concentración de 50 ppm, mediante el proceso de absorción con una solución acuosa de dietanolamina (DEA) al 20% en peso.

El esquema de procesamiento incluye: absorción, donde se lleva a cabo el endulzamiento (eliminación de ácido sulfhídrico) de la corriente de hidrocarburos, por medio de un Contactor de LPG A-DA 61, que es una columna empacada con sillas intalox de polipropileno, la solución de DEA rica se extrae por el fondo de la torre y se envía al Acumulador de DEA Rica A-FA 61; mientras que en la parte superior de la torre se mantiene la interfase líquido-líquido para extraer por el domo el LPG dulce y enviarlo al Acumulador de LPG A-FA 62, el cual tiene por objeto recuperar la solución de DEA arrastrada; regeneración, en la que se efectúa la desorción del gas ácido de la solución de DEA rica proveniente del tanque A-FA 61, que pasa a través del filtro A-FG 61 tipo canasta donde se eliminan partículas formadas por corrosión. Después se calienta en el intercambiador de DEA Rica/DEA Pobre A-EA 62 y se envía a la torre regeneradora.

La Torre Regeneradora de DEA A-DA 62 se alimenta de DEA rica en el plato 4 a control de nivel del tanque A-FA 61. El calor necesario para la desorción del gas ácido se suministra en el Rehervidor de Torre regeneradora A-EA 62 y finalmente se efectúa la preparación y reposición de DEA en la Fosa de DEA A-FA 61, por medio de la Bomba de Reposición de DEA A-GA 63, que envía al Tanque de Alimentación

de DEA A-FB 61 el cual está provisto de un colchón de kerosina que evita la oxidación de la DEA.

2.1.7 Tratamiento Cáustico de LPG.

La sección de tratamiento cáustico de LPG está diseñada para procesar LPG proveniente de la Sección de Tratamiento con DEA.

EL objetivo de esta planta es eliminar el H₂S, remanente y mercaptanos del LPG mediante el tratamiento con sosa, en tal forma que el producto dulce cumpla con la especificación de la prueba de la tira de cobre y la de azufre total.

La sección incluye: Prelavado, donde se llevará a cabo la extracción total del ácido sulfhídrico de la corriente de carga hacia una columna empacada de acero inoxidable A-DA 63, mediante reacción química con la sosa para continuar con la extracción, que es la parte donde se lleva a cabo la conversión y extracción de los mercaptanos en forma de mercapturos y la regeneración de la sosa en el tanque AFA-64.

2.1.8 Sección de Tratamiento Cáustico de Nafta

Esta sección está diseñada para procesar nafta estabilizada proveniente de los fondos de la Torre Desbutanizadora de la Sección de Fraccionamiento y además ocasionalmente para procesar nafta del acumulador de la torre atmosférica de la Sección de Destilación Atmosférica.

El objetivo de esta sección de la planta es endulzar la nafta eliminando el ácido sulfhídrico residual y los mercaptanos mediante un tratamiento con sosa. Este proceso consta de dos etapas: etapa de prelavado, donde el ácido sulfhídrico se convierte a sulfuro de sodio y se extrae de la nafta; y la etapa de la oxidación, en la cual los mercaptanos se transforman a disulfuros orgánicos.

2.1.9 Tratamiento de Aguas Amargas

La sección de tratamiento de aguas amargas procesará agua que contiene ácido sulfhídrico y amoníaco, proveniente de la Unidad de Destilación al Vacío y de la propia Unidad de Destilación Atmosférica, en particular de esta última y eventualmente de Fraccionamiento.

El objetivo del tratamiento es eliminar estos contaminantes (H₂S y NH₃) mediante agotamiento con vapor.

La sección incluye carga y calentamiento, que es donde se eleva la temperatura del agua hasta las condiciones adecuadas por medio de un Tanque de Alimentación A-FA 82 que recibe la corriente de alimentación y una corriente de reflujo proveniente

del agotador de agua amarga, en que los hidrocarburos acumulados se envían a drenaje aceitoso.

La corriente de agua amarga, afluyente del tanque de alimentación libre de hidrocarburos, se envía a control de nivel por medio de la Bomba de Alimentación al Calentador de Agua Amarga A-EA 81 AB, donde intercambia calor con la corriente de fondos del agotador para después alimentarse a la torre A-DA 81. El Precalentador de Agua Amarga A-EA 81 AB es un equipo auxiliar utilizado durante el arranque para producir el agotamiento deseado y efectuar la liberación de los gases, en tanto que el agua llega a alcanzar la especificación requerida en una columna de lecho empacado con siletas Berl de cerámica de 51mm (dos pulgadas) de diámetro. La mezcla obtenida se separa en el Tanque Acumulador de Condensado A-FA 81 en dos fases: a) fase vapor constituida por amoníaco, ácido sulfhídrico y agua que se envía a control de presión al desfogue ácido, y b) fase líquida constituida por agua con alto contenido de gases disueltos que se envían por gravedad al Tanque de Alimentación A-FA 82.

Los fondos de la columna A-DA 81 constituidos por agua tratada, que después de intercambiar calor con la corriente de agua amarga, se envía por medio de la Bomba de Fondos del Agotador a control del nivel del Tanque A-FB 81.

2.2 PLANTA DE DESTILACION AL VACIO

La unidad de destilación al vacío está diseñada para procesar 90,000 BPD de una mezcla de crudos reducidos provenientes de la unidad de destilación atmosférica y de tanques de almacenamiento.

La destilación se lleva a cabo en una torre de alto vacío del tipo húmeda, en la que se obtienen como productos gasóleo ligero, gasóleo pesado y residuo.

La Planta está constituida de las siguientes secciones:

1. Sección de Carga.
2. Sección de Calentamiento.
3. Sección de Destilación al Vacío.
4. Sección de Eyectores de Vacío.

Los Diagramas de Flujo de Proceso de la Planta se presentan en los Esquemas de las Vistas Generales del capítulo V (Figura 5.4a a 5.4e).

A continuación se describen brevemente las secciones antes indicadas:

2.2.1 Sección de Carga

De la Unidad de Destilación Atmosférica se reciben 63,500 barriles por día de crudo reducido tipo cretácico ó 79,500 BPD de crudo reducido tipo cretácico/marino, y se completa la carga de diseño de crudo reducido frío de tanques. La carga total se divide en dos corrientes paralelas que son bombeadas hacia la sección de calentamiento mediante las bombas de carga V-GA1/R hasta una presión de 17.93 Kg./cm² man (255 psig).

2.2.2 Sección de Calentamiento

Las corrientes de crudo reducido provenientes de la sección de carga son calentadas por gasóleo pesado en los intercambiadores de crudo reducido V-EA1, y de aquí es enviado a los Calentadores a fuego directo V-BA1 y V-BA2 donde se lleva a cabo una vaporización parcial del crudo reducido, mientras que en la sección de conversión de los hornos se calienta el vapor, que será utilizado como medio de agotamiento en la torre de destilación al vacío V-DA1, hasta una temperatura de 343 °C (650 °F).

2.2.3 Sección de Destilación al Vacío

La destilación al vacío se lleva a cabo en la torre de platos V-DA1, que es del tipo húmeda, utilizando vapor de proceso para reducir la presión parcial de los hidrocarburos. La presión de operación de la torre será de 15 mm de Hg abs. y operará con un alto rendimiento de productos y gran flexibilidad de operación ya que utilizará platos tipo mampara y platos perforados con objeto de obtener mayor capacidad y mínima caída de presión.

La Torre V-DA1 consta de cinco secciones:

- Sección I de Condensación de gasóleo ligero platos 1 al 4, para enviarse como reflujo a la torre V-DA1 en la parte superior de esta sección, posteriormente se separa el gasóleo ligero producto y se enfría para ser enviado a almacenamiento.
- Sección II de Lavado superior platos 5 y 6, el gasóleo ligero es extraído totalmente de la Tina de extracción localizada en la parte inferior de la sección I y se bombea para después ser enviada a la torre, para lavado de la sección II.
- Sección III de Condensación de gasóleo pesado platos 7 al 10, se envía a la sección de calentamiento el crudo reducido en los intercambiadores de crudo reducido V-EA1 y posteriormente se envía a la torre como reflujo en la parte superior de la sección III, el gasóleo pesado será enviado a almacenamiento.
- Sección IV de Lavado inferior platos 11 y 12, de la Tina de extracción, localizada en la parte inferior de la sección III, se extrae totalmente el gasóleo pesado que es enviado a la torre V-DA1 para lavado de la sección IV.
- Sección V de Agotamiento platos 13 al 16, el vapor de agua es alimentado por debajo del plato inferior de la sección V. Mediante la sección de eyectores es mantenida una presión de 15 mm de Hg abs. en la parte superior de la torre.

El crudo reducido proveniente de los Calentadores a fuego directo V-BA1 y V-BA2 a una temperatura de 385°C (725°F), se alimenta a la zona de vaporización la cual opera a una presión de 30mm de Hg abs.

2.2.4 Sección de Eyectores de Vacío

Esta sección consta de dos trenes de eyectores operando en paralelo, cada tren está formado por tres etapas, dos intercondensadores y un postcondensador. En estos cambiadores se condensan los hidrocarburos ligeros, el vapor de agua proveniente de la torre y el vapor motriz de los eyectores, este condensado es enviado desde cada condensador hacia el tanque de sello V-FA3 en donde se separan los hidrocarburos y el agua. Los hidrocarburos son enviados al drenaje

aceitoso, y el agua es enviada mediante la bomba de condensado aceitoso a la sección de tratamiento de aguas amargas. Los gases y vapores que no se condensan en el postcondensador de cada tren de eyectores son enviados al tanque de incondensables, en el cual se separa el líquido que puedan arrastrar para ser enviado al tanque de sello V-FA3, mientras los incondensables son enviados hacia los quemadores de los calentadores V-BA1 o V-BA2.

CAPITULO III

**DEFINICION DEL ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE
INSTRUMENTACION Y CONTROL DE LAS PLANTAS**

CAPITULO III

DEFINICIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE LA PLANTA.

La instrumentación y el control de una planta están consideradas como una parte esencial en su operación, ya que son las herramientas con las que cuenta el operador para el control, supervisión y paro ordenado del proceso. La ingeniería de detalle de la instrumentación de las Plantas de Destilación Atmosférica No.2 y de Destilación al Vacío No.2, de la Refinería en Salina Cruz, Oaxaca, fue realizada hace más de 10 años y no considera algunos de los requerimientos actuales de funcionalidad, necesarios para las nuevas estrategias de control, impuestas por el proyecto de modernización de que son objeto.

La compleja etapa de diseño de una planta y su construcción, así como la operación y mantenimiento de la misma, necesita de un grupo capacitado, bien informado y actualizado de ingenieros instrumentistas, cuya organización deberá efectuarse de tal manera que se adapte a las necesidades y magnitud del proyecto.

Una vez efectuado el diseño del proceso, se debe determinar toda la instrumentación, incluyendo controladores, registradores, indicadores y circuitos de protección, lográndose esto con los intercambios técnicos del ingeniero instrumentista, el ingeniero de proceso, el ingeniero de sistemas y el ingeniero de proyectos, los cuales aportaran datos técnicos y de presupuesto. Determinados los puntos críticos del control de las diferentes variables, el ingeniero instrumentista puede establecer cuales deberán ser controladas, o solo medidas, pudiéndose de esta manera determinar los requerimientos del proyecto.

En este proyecto los Diagramas de Tubería e Instrumentación con que se cuentan ya eran ilegibles y saturados de información por el uso, lo cual los hacia imprácticos, también se cuenta con Diagramas Funcionales de Instrumentación dedicados a la instrumentación Spec 200 (los cuales se actualizaron en la propuesta de modernización. Ver capítulo V).

3.1. CRITERIOS GENERALES DE SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS

La tarea de seleccionar la instrumentación que se instalará en las plantas de procesos químicos, se inicia cuando ya han sido definidos los circuitos de control que efectuarán las acciones correctivas, necesarias para conservar estables las condiciones de operación, con que funcionará óptimamente el proceso en cuestión.

Para poder definir los circuitos de control más adecuados al proceso, es necesario un conocimiento profundo del mismo, así como tener bases bien fundamentadas de aspectos tales como la teoría del control automático, así como de la disponibilidad de instrumentos y sus limitaciones.

El componente del circuito que primeramente interrelaciona con el proceso es el elemento primario de medición o sensor que realiza la tarea de detectar y medir el valor de la variable por controlar. Este dispositivo envía una señal proporcional al valor de la magnitud por controlar en el proceso, hacia el elemento secundario o medios de medición, que tiene la función de modular una señal, de rango preestablecido, de acuerdo al valor de la señal que recibe del elemento primario de medición. La señal modulada resultante es dirigida hacia el controlador que realiza dos funciones que son:

1. Comparar la señal recibida del elemento secundario con respecto a una señal, con el valor equivalente al valor deseado de ajuste de la variable por controlar (conocida como punto de ajuste o set-point) y de esta manera generar una señal de error proporcional a la magnitud del disturbio existente en el proceso.
2. Operar sobre la señal de error, de acuerdo con los modos de control con que haya sido dotado, para tratar de reducir esta señal de error a cero o a un valor muy cercano por medio de la generación de otra señal que se dirige hacia el elemento final de control, el que se encarga de interpretar dicha señal en forma de una acción correctiva efectuada directamente sobre el proceso, buscando así lograr el efecto necesario sobre la variable manipulada, para llevarlo nuevamente a condiciones estables.

A continuación se presentaran los distintos instrumentos y criterios con los que se diseña la planta, de acuerdo con la función que estos desempeñan.

3.2. CRITERIOS GENERALES PARA LA SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS PARA MEDICIÓN Y CONTROL DE LA PLANTA DE DESTILACIÓN ATMOSFÉRICA Y AL VACÍO No.2, EN SU FASE ORIGINAL.

En las especificaciones de los elementos primarios intervienen numerosos factores, entre ellos: la variable a medir, el rango de operación, las condiciones del proceso, compatibilidad con el mismo, el efecto que produce el elemento primario sobre el medio con que interacciona, factores económicos, etcétera.

Los instrumentos de medición y control de todas las variables que afectan directamente la estabilidad o la eficiencia del proceso se concentrarán en un Tablero de Control Gráfico.

Existe un lugar en el Cuarto de Control, dedicado para un sistema de adquisición de datos con piso falso y cancelería, que se utilizará para instalar los gabinetes con los controladores del SCD, previa adecuación.

Para la selección de la Instrumentación de las Plantas, se establecieron los siguientes lineamientos:

- La instrumentación utilizada para transmisión será del tipo electrónico.
- Todos los instrumentos localizados en campo (en el área de la planta y fuera del cuarto de control) que manejen señal eléctrica, presentarán su electrónica contenida en una caja a prueba de explosión, para evitar una posible ignición de las atmósferas explosivas normalmente encontradas en este tipo de plantas.
- Los elementos finales de control (por lo general válvulas de control), deberán tener actuador neumático y se suministrarán con un convertidor de señal electrónica a neumática.
- La selección de los rangos de los instrumentos se hará tomando en cuenta que, el valor normal de operación de la variable, debe leerse aproximadamente al 50% de la escala del instrumento.
- El suministro de aire para instrumentos neumáticos (convertidores de señal electrónica a neumática, posicionadores y válvulas solenoide) deberá ser 20 psig (1.44 kg/cm²). La presión disponible en el cabezal principal de aire de instrumentos es de 100 psig (7.1 kg/cm²).
- El suministro de fuerza para instrumentos electrónicos es de 24 VCD.

- Toda la tubería y accesorios de instrumentación en contacto directo con las líneas de proceso, deberán cumplir con las especificaciones de materiales de la tubería o recipiente donde quedaron instalados.
- Con excepción de los instrumentos que serán instalados como parte integral de las líneas de proceso, todos los instrumentos se instalarán con una válvula de bloqueo que permite su aislamiento para sustitución o mantenimiento.
- En la instalación de transmisores de presión diferencial para medición de fluidos que pueden solidificarse a temperatura ambiente (fluido viscoso), se utilizarán venas de calentamiento para evitar dicha solidificación.

Instrumentos de Flujo

- Los elementos primarios de medición de flujo serán generalmente placas de orificio y la transmisión de la señal de flujo se hará utilizando celdas de presión diferencial.
- Los instrumentos de flujo presentarán lectura directa o mediante la utilización de un factor redondeado en la siguiente forma:

| FLUIDO | | UNIDADES |
|------------------------------------|--------------------|--|
| LIQUIDO DE PROCESO | BPD | BARRILES POR DÍA |
| GAS | Nm ³ /h | METROS CÚBICOS POR HORA A COND. NORMALES (20°C Y 1 Kg/cm ²) |
| VAPOR DE AGUA | kg/h | KILOGRAMOS POR HORA |
| INHIBIDORES Y ADITIVOS LÍQUIDOS | L/min | LITROS POR MINUTO |

Instrumentos de Nivel

- En general, se utilizarán transmisores de nivel tipo admitancia cuando los límites de medición sean menores a 1.5 metros y del tipo celda de presión diferencial cuando los límites de medición sean mayores a 1.5 metros.
- Los instrumentos de nivel con indicación o registro, se suministrarán con escala de 0 a 100%.
- Cuando por una condición de nivel se requiera paro automático de compresores o equipos mayores, se utilizarán interruptores tipo admitancia específicos para ese fin e independientes al transmisor de nivel.

Vidrios de Nivel

- Se utilizarán vidrios de nivel del tipo reflex en interfase líquido-gas y en los casos en los que el líquido se determine que es transparente y que no deja depósitos en el vidrio.

- Se utilizarán vidrios de nivel tipo transparente en servicios de:
 Generación de vapor
 Líquidos no transparentes
 Interfases líquido-líquido

Todos los vidrios de este tipo se suministrarán con iluminadores a prueba de explosión.

Instrumentos de Presión

- Los elementos primarios de medición serán ordinariamente tubos Bourdon, fuelles o diafragmas, dependiendo de la presión de operación y de la exactitud requerida.
- Los manómetros se suministrarán con vidrios de seguridad y disco de escape.
- Los manómetros se suministrarán con amortiguadores de pulsación en servicios de descargas de bombas y compresores recíprocos.
- Para servicios de vapor de agua los manómetros se suministrarán con sifón.
- Los instrumentos de medición de presión serán adquiridos con una lectura directa en Kg/cm².

Instrumentos de Temperatura

- Todos los sistemas de medición de temperatura que requieran transmisión de señal, utilizarán termopares como elemento primario de medición.
- Se utilizarán termopares tipo K, para temperaturas mayores a la ambiental.
- Para todos los circuitos de medición de temperatura que requieran control, el elemento primario de medición será tipo duplex (2 termopares en la misma conexión). Uno de los termopares para la entrada del controlador de temperatura y el otro para indicación de temperatura, de manera que exista un punto de comprobación para cada control de temperatura).
- Los instrumentos de medición de temperatura serán adquiridos con una lectura directa en °C.

Válvulas de Control.

- Las válvulas de control se especificarán ordinariamente con actuador de diafragma y resorte, además de conexiones bridadas.
- El tipo de cierre para las válvulas fue de tipo hermético, para mantener las fugas del fluido a través de la válvula en un valor mínimo:

FLUIDO
LIQUIDO
VAPOR DE AGUA
GAS

CLASE DE CIERRE (ANSI)
IV
V
VI

- El dimensionamiento de las válvulas de control se hará de manera que el flujo normal pasará a través de ella en los siguientes valores de apertura:

Entre el 60 y el 80% para válvulas con característica "Igual Porcentaje".

Entre el 40 y el 60% para válvulas con característica "Lineal".

- Por lo general, las válvulas de control se instalarán con "By-Pass" de operación, para desviar el fluido en caso de emergencia o para darle mantenimiento a la válvula de control.

3.3. ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.

A continuación se listan los instrumentos y Sistemas de Instrumentación especificados en la Planta destilación Atmosférica No.2 y Destilación al Vacío No.2.

Variable Flujo.

Placas de orificio, orificios de restricción, rotámetros, medidores tipo anubar, medidores tipo venturi y mirillas de flujo.

Variable Nivel

Transmisores tipo admitancia, interruptores tipo admitancia, vidrios de nivel, celdas de presión diferencial

Variable Presión

Interruptores por presión, manómetros, manómetros de presión diferencial, celdas de presión diferencial.

Variable Temperatura

Termopares, termómetros bimetálicos.

Válvulas

Válvulas de control, válvulas solenoide, válvulas autoreguladas

Misceláneos

Analizadores de oxígeno, analizadores de densidad y botones de paro.

Sistema de Instrumentación

Tablero de control Gráfico, con 10 secciones para la Planta Atmosférica y 5 secciones para la Planta de Vacío. En el tablero se encuentran las estaciones de indicación y manipulación, las alarmas y un gráfico representativo del proceso.

En gabinetes localizados en la parte posterior del tablero, se encuentran las tarjetas del Sistema de Control Spec 200 que procesan a las señales de y hacia la instrumentación de campo, además de enviar y recibir información a las estaciones al frente del tablero. El tablero de control se ubica en el Cuarto

de Control, ubicado en el área de la planta; el Cuarto de Control tiene atmósfera positiva y aire acondicionado.

En una consola indicadora multipunto se tendrán las indicaciones de temperatura de la planta.

3.4. ACTUALIZACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN.

Los componentes de un circuito de instrumentación son el elemento primario, el transmisor y la válvula o elemento final de control que están localizados en campo y en contacto directo con el proceso, los demás componentes (indicadores, registradores, alarmas, etc.) están por lo común en el cuarto de control.

Los instrumentos localizados en campo por las condiciones físicas a las que están expuestos son los que están más sujetos a sufrir daños y descomposturas. Sin embargo, son los que están menos expuestos a cambiar en cuanto a su principio de funcionamiento u operación, ya que estos principios fueron establecidos hace mucho tiempo y no han cambiado ni cambiarán en gran medida en el transcurso del tiempo, para aplicaciones normales.

En cambio para la instrumentación localizada en el cuarto de control, el rápido avance tecnológico de la electrónica en los últimos años, ha traído como consecuencia una rápida obsolescencia de estos equipos. La obsolescencia en instrumentación y control puede ser definida como la falta de soporte necesario para mantener los sistemas y equipos de instrumentación y control en operación. Si un instrumento no puede ser reparado porque no hay partes de repuesto disponible o el fabricante ya no está produciendo este tipo de instrumentos o ya lo tiene fuera de mercado, este instrumento tiene que ser considerado obsoleto ya que el soporte para el mantenimiento de este instrumento no está disponible.

En general los problemas a los que se enfrenta el ingeniero instrumentista para la adquisición de las partes de repuesto de un instrumento que sufra un cierto grado de obsolescencia son las siguientes:

- a) El instrumento puede estar discontinuado y no fabricarse más sus partes de repuesto.
- b) Los precios de las partes de repuesto pueden llegar a ser demasiado elevadas, siendo muchas veces más económico reemplazar el instrumento dañado por uno equivalente mas moderno y funcional.
- c) El vendedor original del instrumento pudo haber desaparecido del mercado.

- d) El proveedor puede no estar calificado para proporcionar equipos que cumplan con los criterios de garantía.

La instrumentación y el control de procesos actualmente se está inclinando hacia el uso de computadoras. La planta de Destilación Atmosférica y al Vacío No.2, cuenta en la actualidad (después del proceso de modernización), con un Sistema de Control Distribuido (SCD), el cual toma datos de prácticamente todos los parámetros de la planta, los almacena y los edita para que puedan ser usados por el operador de la planta, además de que se tiene control sobre el proceso, y se cuenta también con autodiagnostico del estado del SCD.

En el transcurso del proyecto de modernización, se han efectuado pequeños cambios en el diseño de la instrumentación y control producto de las experiencias sufridas en otras plantas, pero el concepto global de diseño se ha mantenido y se pretende mantenerlo, ya que cualquier cambio mayor es obviamente más costoso y requiere una gran cantidad de horas-hombre.

La sustitución de aquella instrumentación que sufre obsolescencia o que por diseño fue mal seleccionada, deberá ser remplazada mediante instrumentación funcionalmente parecida, manteniéndose el concepto de diseño original. Esta sustitución de instrumentación requiere de una adecuada especificación de las características tanto físicas como de diseño del instrumento a sustituir.

CAPITULO IV
EVALUACION ECONOMICA

CAPITULO IV

EVALUACION ECONOMICA

El estudio de la evaluación económica es el análisis de la comparación de los costos contra los beneficios de un proyecto dado, que además proporciona información referida a la posibilidad de llevarse a cabo o no éste, por su conveniencia económica.

Este estudio económico es un parámetro de vital importancia en cualquier proyecto a realizar, ya que nos indica si es conveniente o no la realización del mismo.

Para las Plantas de Destilación Atmosférica y al Vacío, ubicada en Salina Cruz, Oax. se realizó este estudio partiéndose del hecho de que las condiciones de operación de la planta, permiten la aplicación de un plan de modernización que reditúa beneficios a corto plazo, consistiendo este plan básicamente de la modificación en los Sistemas de Instrumentación y Control de la planta de referencia.

A continuación se listarán los principales rubros considerados para la viabilidad del proyecto de modernización de la Planta de Destilación Atmosférica y al Vacío, los cuales contemplan costos por erogaciones realizadas, tales como son el diseño (ingeniería), procura y construcción, agrupados en los siguientes rubros:

1. Sistema de Control Distribuido (SCD).
2. Control Avanzado de Proceso (CAP).
3. Instrumentación Adicional.
4. Material para Instalación/AIambrado.
5. Obra Civil.
6. Obra mecánica.
7. Ingeniería.

Los cuales se detallarán a continuación.

1. Sistema de Control Distribuido (SCD).

Incluye el equipo de Procesamiento Digital, Programas, Servicio para la Configuración, Instalación e Integración a la Planta del SCD, además de la puesta en marcha del SCD y la capacitación de todo el personal involucrado para este fin.

2. Control Avanzado de Proceso. (CAP).

Este rubro, involucra o implica el estudio de las condiciones de la planta, la propuesta de los modelos de control y sus programas, la instalación en la computadora de proceso, la capacitación requerida y su puesta en operación (Aquí el tecnólogo suministra computadora de proceso).

3. Instrumentación Adicional.

Es la adquisición de la instrumentación requerida para solucionar los problemas existentes y dejar las preparaciones adecuadas para el CAP (Instrumentación que se requiere de acuerdo al estudio del tecnólogo del CAP), así como la instrumentación requerida para mejorar la operación normal del proceso o para eliminar "cuellos de botella".

4. Materiales para Instalación/Alambrado.

Este rubro lo constituyen los cables, soportes, conduit, accesorios, cajas de paso y demás material eléctrico necesario para la instalación, además de los sistemas de suministro eléctrico y de tierras para el SCD. Estos se determinarán de acuerdo con la capacidad y características del equipo. Incluye también mano de obra para la instalación y el alambrado.

5. Obra Civil.

Incluye la adecuación del Cuarto de Control Satélite con cancelería, piso falso, sistemas contra incendio, iluminación de emergencia y las trincheras para instalación de las fibras ópticas a través de la Refinería (aproximadamente 4 km).

6. Obra Mecánica.

Comprende esencialmente la adecuación del aire acondicionado, por carga térmica y filtraje de humos y polvos.

7. Ingeniería.

En este rubro se considera el costo de horas hombre requeridas para las actividades de diseño, adquisición, instalación y puesta en operación del sistema.

Las siguientes cantidades son el resumen de los costos obtenidos en la evaluación económica de acuerdo con los siete conceptos anteriormente citados. Estos costos se tomaron de los valores reales del proyecto, obtenidos de la documentación original.

| | |
|--|----------------------------|
| 1. Sistema de Control Distribuido | \$ 850,000.00 DLS. |
| 2. Control Avanzado de Proceso | \$ 550,000.00 DLS. |
| 3. Instrumentación Adicional | \$ 132,857.00 DLS. |
| 4. Material para Instalación/Alambrado | \$ 130,286.00 DLS. |
| 5. Y 6 Obra Civil / Obra Mecánica | \$ 105,715.00 DLS. |
| 7. Ingeniería. | \$ 393,343.00 DLS. |
| TOTAL | \$2,162,210.00 DLS. |

Es decir, para llevar a cabo el proyecto de modernización se requieren \$ 2,162,201.00 DLS.

Los beneficios económicos esperados del proceso de la modernización, se cuantificarán mediante el ahorro garantizado por el tecnólogo de CAP, los que se fijan entre 0.06 y 0.1 centavos de dólar por barril procesado, cuando se apliquen y operen los modelos propuestos.

Analizando los ahorros esperados se determina el periodo en que se recuperara la inversión realizada.

Es decir:

**Beneficio (Base Anual) = Ahorro Esperado x Capacidad
Procesada x Días de Producción.**

Beneficio (Base Anual) = (0.06) x (150,000) x (365)

Beneficio (Base Anual) = \$3,285,000.00 DLS.

**Índice de Retorno = Erogaciones Realizadas / Beneficios
Analizados**

Índice de Retorno = 2,162,210.00 / 3,285,000.00

Índice de Retorno = 0.6582

Índice de Retorno (Base Anual) = 0.6582 años

Índice de Retorno (Base Mensual) = 0.6582 x 12 meses.

Índice de Retorno (Base Mensual) = 7.89 meses

Además del beneficio económico se tendrán los siguientes beneficios implícitos, en cuanto a:

- Mayor seguridad para el personal, para los equipos y en la operación del proceso.

- El uso de los Sistemas de Control Distribuido implica la necesidad de un menor número de personal de operación. El personal no requerido para la operación de las plantas modernizadas puede ser orientado para otras actividades.
- Mayor controlabilidad del proceso, a través del manejo eficiente de las condiciones de operación cambiantes, en rangos cada vez más amplios.
- Aumento de la vida útil de los equipos, por mejor manejo de las condiciones de operación.
- Mejor productividad de los procesos mediante la reducción de productos fuera de especificación, de productos indeseables y del consumo de energéticos.
- Beneficios económicos del proceso, mediante la maximización de la producción, la producción preferencial de los productos más valiosos, la reducción de los periodos y frecuencias de los paros de planta y el aumento de la vida útil de los equipos.
- Mejor manejo de la información, en tiempo real, de la planta.

Por lo tanto considerando el estudio anterior, la comparación Costos contra Beneficios se obtiene que en menos de 8 meses se recupera la inversión, por lo que se concluye que el proyecto de modernización si es factible y conveniente de realizar.

CAPITULO V

**GENERACION DE LOS DOCUMENTOS REQUERIDOS PARA LA MODERNIZACION
DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL**

CAPITULO V

GENERACIÓN DE DOCUMENTOS REQUERIDOS PARA LA MODERNIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.

Para este proyecto se cuenta con Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI's), un Índice de Instrumentos y Diagramas Funcionales de Instrumentación generados en la etapa original de ingeniería, los cuales han de actualizarse y de no existir estos deberán generarse, según se requiera y de acuerdo con las siguientes alternativas de ejecución o desarrollo.

1. Efectuar el levantamiento de la instrumentación .

Para este propósito se asigna personal especializado en el área, con conocimiento de las instalaciones existentes y se efectúa el levantamiento de la instrumentación con los Diagramas de Flujo de Proceso y Diagramas de Tubería e Instrumentación confrontándose la instrumentación existente en la planta y modificándose los DTI's de acuerdo con las adiciones, cambios o cancelaciones efectuadas a través de la vida de la planta. Posteriormente se deberá incluir la instrumentación solicitada por el cliente y la requerida por el tecnólogo del Control Avanzado de Proceso. El levantamiento en campo debe cubrir áreas como Cuartos de Control Satélite de las Plantas Primaria 2 y Vacío 2, área de la Planta Primaria 2 , área de la Planta Vacío 2 y área General .

2. Actualización de DTI's.

Con la copia de los planos (DTI's) y los datos obtenidos en el levantamiento , se procede a actualizar los Diagramas de Tubería e Instrumentación. Utilizándose la simbología requerida por el Sistema de Control Distribuido (SCD) .

3. Desarrollo del Índice de Instrumentos.

Con los DTI's ya actualizados se elabora el nuevo Índice de Instrumentos que contendrá toda la instrumentación que estará relacionada con el SCD y esto servirá para iniciar la elaboración del Sumario de Señales E/S para el Sistema Digital de Control Distribuido.

4. Llenado de Hoja de Datos de Instrumentos.

Teniendo como base los DTI's, los Diagramas de Flujo de proceso, el Índice de Instrumentos, Balances de Masa y Energía así como los datos obtenidos

en campo se procede a elaborar las Hojas de Datos de Instrumentos requeridos para la modernización de la planta.

5. Desarrollo de las Especificaciones Generales de Instrumentos.

De acuerdo con el Índice de Instrumentos elaborado en el punto anterior, se determina cual instrumentación se requiere especificar, por haber sido adicionado en esa etapa. Agrupándose de acuerdo con funcionalidades equivalentes y tomando como referencia la información reportada en las Hojas de Datos.

6. Desarrollo de Diagramas Funcionales de Instrumentación.

A la par con la elaboración del Índice de Instrumentos se elaboran los Diagramas Funcionales de Instrumentación, los cuales tienen la finalidad de desglosar y definir la secuencia en que están interconectados los instrumentos que forman un circuito de control. Estos diagramas se realizan tomando como referencia los DTI's ya que en ellos se ha establecido la Filosofía de Control (solamente la instrumentación de circuitos de control), los cuales serán los puntos de partida para iniciar la elaboración de Sumarios de Señales E/S para el Sistema Digital del Control Distribuido y los Desplegados Gráficos.

Debido a la complejidad de los procesos de modernización de los Sistemas de Instrumentación y Control, se requiere establecer perfectamente una metodología para la elaboración del proyecto. En este capítulo se presentaran las actividades que el proyecto de modernización de estos Sistemas de la Planta de Destilación Atmosférica y al Vacío requieren, involucrando dicha modernización solo a los instrumentos asociados a circuitos de control.

Partiendo del hecho de que estas plantas fueron comenzadas a diseñar en 1962, se presentaran ejemplos, de aquella década y en forma representativa, de cada uno de los documentos afectados por el proceso de modernización de los Sistemas de Instrumentación y Control. Posteriormente se presentarán los mismos documentos ya actualizados (cuando aplique), además se presentarán los documentos que tienen su origen a partir de la propuesta del proceso de modernización (1994), los cuales estarán de acuerdo con el alcance del proyecto.

Los documentos requeridos para la modernización de los Sistemas de Instrumentación y Control son los que abajo se listan:

- 5.1 Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTI's).
- 5.2 Índice de Instrumentos.
- 5.3 Diagramas Funcionales de Instrumentación.

- 5.4 Hojas de Datos de Instrumentos.**
- 5.5 Memorias de Cálculo.**
- 5.6 Hojas de Especificaciones.**
- 5.7 Sumario de Señales de Entrada/Salida y Funciones.**
- 5.8 Esquemas de los Desplegados Gráficos**

Los cuales se discutirán a continuación.

5.1 DIAGRAMAS DE TUBERÍAS E INSTRUMENTACIÓN.

Los Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTI's), son documentos que presentan el equipo de proceso, tuberías e instrumentación que el proyecto requiere.

La terminología y simbología empleada en instrumentación, en la mayoría de los casos, es definida por la Instrument Society of America en sus Estándares. Ver Anexos A y B, los cuales están referidos a Nomenclatura y Simbología.

Las características y referencias que se incluyen típicamente en un DTI son las siguientes:

Representación, interconexiones e identificación que existen para los equipos.

Codificación de las líneas de proceso, en las cuales se especifica: el diámetro de la tubería, el servicio que maneja, el número e identificación de línea y la especificación de la tubería.

Dirección y sentido de las corrientes de flujo a los equipos, mediante flechas.

Indicación en cambios de especificación y diámetro de tubería.

Interconexión de todos los accesorios que intervienen en las líneas tales como: válvulas manuales, desviaciones, reducciones, válvulas de control, manómetros, termopozos, bridas de orificio, etc.

Características importantes del equipo como: boquillas, chaquetas, juntas de expansión, serpentines, agitadores, rociadores, etc.

Para la propuesta de los procesos de modernización de los Sistemas de Instrumentación y Control, estos documentos (DTI's), se actualizarán con respecto al levantamiento en campo y se redibujarán con paquetes de dibujo, para mejorar su presentación y legibilidad.

5.2 INDICE DE INSTRUMENTOS.

El índice de Instrumentos recopila y conjunta de una manera ordenada y sistematizada, las principales características y referencias documentales de los distintos Circuitos de Control e Instrumentación auxiliar de una planta. El ordenamiento normal del índice de Instrumentos se efectúa con base a las variables de proceso (Flujo, Nivel, Presión, Temperatura, Análisis, etc.) o función específica de los circuitos (Paquetes, Sistemas Auxiliares, etc.). Las características y referencias que se incluyen típicamente en un índice de Instrumentos son las siguientes:

Identificación del Circuito (Norma ISA S 5.1).

Servicio o Descripción principal del Circuito.

Tipo de Componente o Funcionalidad del Dispositivo.

Localización del Dispositivo; En tubería, Localmente, en la parte Posterior del Tablero Principal de Control, en la parte Frontal del Tablero Principal de Control, en el Sistema de Control Distribuido.

Diagrama de Tubería e Instrumentación en que se indica.

No. de Línea o Equipo en el que se instala el dispositivo (*).

Diagrama Funcional de Instrumentación en que se refiere el circuito.

Hoja de Especificaciones en que se describe el dispositivo.

En la etapa de Ingeniería de Detalle se Completa el Índice de Instrumentos, con la siguiente información adicional:

Número de requisición de compra del dispositivo.

Isométrico de tubería en que se indica la instalación del dispositivo (*).

Dibujo típico de Instalación del dispositivo(*).

Información adicional varia.

* Solo aplica para la instrumentación de campo

Cuando se genera una Base de Datos como respaldo a un Índice de Instrumentos, adicionando información complementaria se pueden generar otros documentos de una manera muy sencilla, como es el caso de los Sumarios de Señales de Entrada/Salida y Funciones. Además de que se puede tener un mejor y más rápido manejo de la información de los Sistemas de Instrumentación y Control del Proyecto o de la Planta, debido a que no existen diferencias en cuanto a identificación, ya que esta es la misma en todos los documentos involucrados.

Analizando los Índices de Instrumentos (antes y después de la propuesta de modernización), se observa que el índice de Instrumentos original, presenta cambios en el ordenamiento de acuerdo con la instrumentación electrónica de arquitectura dividida Spec 200 del Fabricante Foxboro sustituida por un SCD. Esto puede apreciarse en el caso del circuito FRC-105; los componentes FY-BPNB, FN-BPNB, FR-PNB, FC-BPNB FIC-PNB, FN-BPNB, FY-BPNB, son físicamente tarjetas y estaciones manuales que se presentan frente al tablero y en la parte posterior del tablero del Gabinete Spec 200 mediante luces indicadoras.

Actualmente estas se cambiaron (actualizaron) por funciones cuyos componentes son para el mismo circuito de control FIC-CA, FIC-OC y FR-OC, que se encuentran localizadas en la consola del operador en los gabinetes.

Este cambio se aplica a todos los circuitos de control involucrados en la propuesta de modernización de la planta de acuerdo a cada caso que se presente y se requiera.

A continuación se presenta un ejemplo representativo de este documento antes y después del proceso de modernización.

INDICE DE INSTRUMENTOS (Antes)

REV.0

FECHA: 6-IX-1982

POR: JOG

APROB: JLPN

PLANTA: DE DESTILACION ATMOSFERICA Y AL VACIO No.2

LOCALIZACION: SALINA CRUZ, OAX.

FLUJO

| NUMERO DE IDENTIFIC. | SERVICIO | CON PORN TES | LOCAL | DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUM. | No. de LINEA O EQUIPO | DIAG. DE INST. | NOTA DE ESPECIFICACION. | NUMERO DE REQ. O RM. | ICM DE TUBER | UBICAO DE INSTAL. | NOTA DE DATOS UBICACION RACK | OBSERVACIONES |
|----------------------|-----------------------|--------------|----------|--------------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------|----------------------|----------------|-------------------|------------------------------|--|
| PIC-145 | GASOLIO MEDADO A L.B. | PI | PP | 21 (A/C) | F72148-A1A | 02588-P1 | 3 DE 29 | 1882 | F2148 F2148 | | 1 DE 9 | LV RORT DIO |
| | | FT | LO | | | | | 1882 | | | | |
| | | FI | LO | | | | | 1882 | | | | |
| | | FY | SPNS | | | | | 1891 | | | | |
| | | PI | SPNS | | | | | 1891 | | | | |
| | | PI | FNS | | | | | 1891 | | | | |
| | | PC | SPNS | | | | | 1891 | | | | |
| | | PC | FNS | | | | | 1891 | | | | |
| | | PI | SPNS | | | | | 1891 | | | | |
| | | PI | SPNS | | | | | 1891 | | | | |
| | | FT | LO | | | | | 1891 | | | | |
| | | FV | PP | | | | | 1891 | | | | |
| | | | | | | | | 1890 | | | | |
| | | | 21 (A/C) | F72148-A1A | | | | | | | | 1/2 MODELO DE INST VI IP C.F. |

INDICE DE INSTRUMENTOS (Después)

REV. 0

FECHA: 5-VI-1994

POR: JOG.

APROB: JLPN

PROYECTO: MODERNIZACION DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL.

PLANTA: DE DESTILACION ATMOSFERICA Y AL VACIO No.2

LOCALIZACION: SALINA CRUZ, OAX.

FLUJO

| NUMERO DE IDENTIFIC. | SERVICIO | CON PORN TES | LOCAL | DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUM. | No. de LINEA O EQUIPO | DIAG. DE INST. | NOTA DE ESPECIFICACION. | NUMERO DE REQ. O RM. | ICM DE TUBER | UBICAO DE INSTAL. | OBSERVACIONES |
|----------------------|-----------------------|--------------|-------|--------------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------|----------------------|----------------|-------------------|---------------------------------------|
| PIC-145 | GASOLIO MEDADO A L.B. | PI | PP | 21 (A/C) | F72148-A1A | L38 | 3 DE 29 | 1882 | F2148 F2148 | | REMOTO A FT-142 ENVIA MED A LV-114 |
| | | FT | LO | | | | | 1882 | | | |
| | | FI | LO | | | | | 1882 | | | |
| | | PC | CA | | | | | 1825 | | | |
| | | PC | OC | | | | | 1825 | | | |
| | | PI | OC | | | | | 1825 | | | |
| | | PI | LO | | | | | 1891 | | | |
| | | FV | PP | | | | | 1891 | | | |
| | | | | | | | | 1889 | | | |
| | | | | | | | | 1889 | | | |
| | | | | | | | | 1889 | | | |
| | | | | | | | | 1889 | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Taba 5-1a. indice de instrumentos

INDICE DE INSTRUMENTOS (Antes)

REV. 0
FECHA: 6-03-1982
POR: JCG
APROB: ALPN

PLANTA: DE DESTILACION ATMOSFERICA Y AL VACIO No.3
LOCALIZACION: SALINA CRUZ, OAX.

NIVEL

| NÚMERO DE IDENTIFIC. | SERVICIO | COD. FONET. TES | LOCAL | DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUM. | No. de LÍNEA O EQUIPO | ESCAL. DE INST. | NOTA DE ESPECIFICACION. | NÚMERO DE REQ. O EQ. | TIPO DE TUBER. | DIBUJO DE INSTAL. | NOTA DE DATOS UBICACION EQS. | OBSERVACIONES |
|--|--|--|--|--------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|----------------|-------------------|------------------------------|--|
| LIC-101 L7PLC-101 LA-101A LA-101B LIC-101 ISB-101 LAL-101A LAL-101B | AGUA TRATADA PARA DESALADO EN A-FA-2A. | L7AU L7BPLC L7E L7YA LIC L7OB L7YC L7YDND | LO LO LO LO LO LO LO LO | 2X(13U) | A-FA-2A A-FA-2A A-FA-2A | ISB-21 | | | | ISB-21 | | FOR PROVEEDOR. FOR PROVEEDOR. PP FOR PROVEEDOR. ACTUA SOBRE LOS TRAMES. FOR PROV. PI PI PIV DIO DIO |
| | | | | 2X(17J) | *AMONR 81A | | 14 DE 29 | | | | | NEUMATICA C.F. FOR PROVEEDOR. |

INDICE DE INSTRUMENTOS (Después)

REV. 0
FECHA: 6-VI-1994
POR: JCG
APROB: ILPN

PROYECTO: MODERNIZACION DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL.
PLANTA: DE DESTILACION ATMOSFERICA Y AL VACIO No.2
LOCALIZACION: SALINA CRUZ, OAX.

NIVEL

| NÚMERO DE IDENTIFIC. | SERVICIO | COD. FONET. TES | LOCAL | DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUM. | No. de LÍNEA O EQUIPO | ESCAL. DE INST. | NOTA DE ESPECIFICACION. | NÚMERO DE REQ. O EQ. | TIPO DE TUBER. | DIBUJO DE INSTAL. | OBSERVACIONES |
|--|--|---|--|--------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|----------------|-------------------|--|
| LIC-101 LAL-101 L7E-101 ISB-101 | AGUA TRATADA PARA DESALADO EN A-FA-2A. | L7-A L7-B L7E LIC NE ISB LIC LAL L7-A L7-B LV | LO LO LO CA CA OC OC OC LO LO LO PP | 2X(13U) | A-FA-2A A-FA-2A A-FA-2A | L01 | | | | ISB-21 | FOR PROVEEDOR. FOR PROVEEDOR. PP FOR PROVEEDOR. ACTUA S TRANSFORM. FOR PROVEEDOR. SELEC. SERIAL DE L7-101A/B PP FOR PROVEEDOR. PI FOR PROVEEDOR. F.C. FOR PROVEEDOR. |
| | | | | 2X(17J) | *AMONR 81A | | | | | | |

Tabla 5-1b. Índice de instrumentos

INDICE DE INSTRUMENTOS (Antes)

REV. 0
FECHA: 6-06-1982
POR: JGG.
APROB: JLPN

PLANTA: DE DESTILACION ATMOSFERICA Y AL VACIO No.3

LOCALIZACION: SALINA CRUZ, OAX.

PRESION

| NÚMERO DE IDENTIFIC. | SERVICIO | CON FORN TOS | LOCAL | DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUM. | No. de LINEA O EQUIPO | DIAG. DE INST. | NOVA DE ESPECIFICACION. | NÚMERO DE BÚO. O RM. | ICOM DE TUBER. | DEBULO DE INSTAL. | NOVA DE DATOS UBICACION BACK | OBSERVACIONES |
|----------------------|-----------------------------------|---|--|--|-----------------------|----------------|--------------------------------|--|----------------|-------------------|------------------------------|--|
| PC-118 PAL-118 | GAS COMBUSTIBLE A ABA-1 "CELDA A" | PI PT PC PAL PI PT PV | LO LO SPV8 PNS PNS LO PP | 2A(11J) 2A(11J) | #OC483 AAA | 8228-P12 | 6 DE 14 8 DE 22 14 DE 64 | 1811 1802 1801 1802 1801 1801 1801 1801 | | 8228M 8228M | 4 DE 18 | IV CARCADA CTIC-18 1/2 MODULO DE DIST. VI SP C.F. |
| | | | | | #OC483 AAA | | 31 DE 64 15 DE 28 | 1801 1800 | OC483 | 8228M1 | | |

INDICE DE INSTRUMENTOS (Después)

REV. 0
FECHA: 9-VI-1994
POR: JGG.
APROB: JLPN

PROYECTO: MODERNIZACION DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL.

PLANTA: DE DESTILACION ATMOSFERICA Y AL VACIO No.2

LOCALIZACION: SALINA CRUZ, OAX.

PRESION

| NÚMERO DE IDENTIFIC. | SERVICIO | CON FORN TOS | LOCAL | DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUM. | No. de LINEA O EQUIPO | DIAG. DE INST. | NOVA DE ESPECIFICACION. | NÚMERO DE BÚO. O RM. | ICOM DE TUBER. | DEBULO DE INSTAL. | OBSERVACIONES |
|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------|--|----------------|-------------------|------------------------------------|
| PC-118 PAL-118 | GAS COMBUSTIBLE A ABA-1 "CELDA A" | PT PI PC PAL PT PV | LO LO CA OC LO PP | 2A(11J) 2A(11J) | #OC483 AAA | P11 | 4 de 14 8 de 32 | 1802 1811 1825 1825 1801 1800 | | 8228M 8228M4 | REMOTO A PT-118 CARCADA CTIC-18 |
| | | | | | #OC483 AAA | | 15 de 28 | 1800 | OC483 | 8228M1 | VP F.C. |

Tabla 5-1c. Índice de Instrumentos

INDICE DE INSTRUMENTOS (Antes)

REV. 0
FECHA: 5-DI-1982
POR: JOG.
APROB: JLPN

PLANTA: DE DESTILACION ATMOSFERICA Y AL VACIO No.2

LOCALIZACION: SALINA CRUZ, OAX.

PRESION

| NÚMERO DE IDENTIFIC. | SERVICIO | CON PUNTES Y BS | LOCAL | DIAGRAMA DE TUBERIAS E INSTRUM. | Nº. de LINEA O EQUIPO | DIAG. DE INST. | MOJA DE ESPECIFICACION. | NÚMERO DE REQ. O RM | ICOM DE TUBER. | DIBUJO DE INSTAL. | MOJA DE DATOS UBICACION BACK | OBSERVACIONES |
|----------------------|----------------------------------|--|--|---------------------------------|-----------------------|----------------|--------------------------------|--|----------------|-------------------|------------------------------|--|
| PC-118 PAL-118 | GAS COMBUSTION A ABA-1 "CELDA A" | R PT PT PC PC PAL PN PY PV | LO LO BPNB BPNB PNB PNB BPNB BPNB LO PP | MA(1,1) | FOC483 AAA | 8028-P12 | 4 DE 14 8 DE 32 16 DE 64 | 1811 1882 1891 1891 1891 1891 1891 1891 | | 032894 032894 | 4 DE 18 | IV CARCADA CYTC-MS 1/2 MODULO DE INST. VI VP C.F. |
| | | | | | | | | | | | | |

INDICE DE INSTRUMENTOS (Después)

REV. 0
FECHA: 5-VI-1994
POR: JOG.
APROB: JLPN

PROYECTO: MODERNIZACION DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL.

PLANTA: DE DESTILACION ATMOSFERICA Y AL VACIO No.2

LOCALIZACION: SALINA CRUZ, OAX.

PRESION

| NÚMERO DE IDENTIFIC. | SERVICIO | CON PUNTES Y BS | LOCAL | DIAGRAMA DE TUBERIAS E INSTRUM. | Nº. de LINEA O EQUIPO | DIAG. DE INST. | MOJA DE ESPECIFICACION. | NÚMERO DE REQ. O RM | ICOM DE TUBER. | DIBUJO DE INSTAL. | OBSERVACIONES |
|----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------|----------------|-------------------------|--|----------------|-------------------|---|
| PC-118 PAL-118 | GAS COMBUSTION A ABA-1 "CELDA A" | PT PI PC PC PAL PV | LO LO CA OC LO PP | MA(1,1) | FOC483 AAA | P11 | 4 de 14 8 de 32 | 1892 1811 1825 1825 1825 1891 1891 | | 032894 032894 | SEÑALTO A PT-118 CARCADA CYTC-MS VP F.C. |
| | | | | | | | | | | | |

Tabla 5-1c. Índice de instrumentos

INDICE DE INSTRUMENTOS (Antes)

REV. 0
FECHA: 6-IX-1982
POR: JKG
APROB: JLPN

PLANTA: DE DESTILACION ATMOSFERICA Y AL VACIO No.2
LOCALIZACION: SALINA CRUZ, OAX.

TEMPERATURA

| NUMERO DE IDENTIFIC. | SERVICIO | COM PONENTES | LOCAL | DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUM. | No. de LINEA O EQUIPO | DIAG. DE INST. | NOIA DE ESPECIFICACION. | NUMERO DE REQ. O RM. | TIPO DE TUBER. | DEBILLO DE INSTAL. | NOIA DE DATOS UNICACION RACE | OBSERVACIONES |
|----------------------|--|--------------|-------|--------------------------------|--|----------------|-------------------------|----------------------|----------------|--------------------|------------------------------|--|
| TIC-103 HS-107 | SUBCALENTALES 1,3,3 Y 4 DE ABA-1 CELDA "A" | TWA | PP | 2AA(147) | 1472MA15AA1 1472MA16AA1 1472MA15AA1 1472MA16AA1 | 2020-P12 | 14 DE 27 | 1000 | | | 4 DE 18 | TRIPLEX CTS-100-30TS-167 TRIPLEX CTS-100-31TS-166 TRIPLEX CTS-100-30TS-165 TRIPLEX CTS-100-30TS-164 en VV DIO REARISTA A PIC-110 & PIC-112 1/2 MOJULO DE DISTRIB. |
| | | TWB | PP | | | | 14 DE 27 | 1000 | | | | |
| | | TWC | PP | | | | 14 DE 27 | 1000 | | | | |
| | | TWD | PP | | | | 14 DE 27 | 1000 | | | | |
| | | TWA | LD | | | | 14 DE 27 | 1000 | | | | |
| | | TWB | LD | | | | 14 DE 27 | 1000 | | | | |
| | | TWC | LD | | | | 14 DE 27 | 1000 | | | | |
| | | TWD | LD | | | | 14 DE 27 | 1000 | | | | |
| | | TY | SPNB | | | | 41 DE 64 | 1001 | | | | |
| | | TMA | SPNB | | | | 33 DE 64 | 1001 | | | | |
| | | TR | PNB | | | | 33 DE 64 | 1001 | | | | |
| | | TC | SPNG | | | | 13 DE 64 | 1001 | | | | |
| | | TIC | PNB | | | | 13 DE 64 | 1001 | | | | |
| | | TWB | SPNB | | | | 13 DE 64 | 1001 | | | | |
| | | HS | PNB | | | | 13 DE 64 | 1001 | | | | |

INDICE DE INSTRUMENTOS (Después)

REV. 0
FECHA: 6-VI-1994
POR: JKG
APROB: JLPN

PROYECTO: MODERNIZACION DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL.
PLANTA: DE DESTILACION ATMOSFERICA Y AL VACIO No.2
LOCALIZACION: SALINA CRUZ, OAX.

TEMPERATURA

| NUMERO DE IDENTIFIC. | SERVICIO | COM PONENTES | LOCAL | DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUM. | No. de LINEA O EQUIPO | DIAG. DE INST. | NOIA DE ESPECIFICACION. | NUMERO DE REQ. O RM. | TIPO DE TUBER. | DEBILLO DE INSTAL. | OBSERVACIONES |
|----------------------|--|--------------|-------|--------------------------------|--|----------------|-------------------------|----------------------|----------------|--------------------|--|
| TIC-103 HS-107 | SUBCALENTALES 1,3,3 Y 4 DE ABA-1 CELDA "A" | TW-A | PP | 2AA(147) | 1472MA15AA1 1472MA16AA1 1472MA15AA1 1472MA16AA1 | P11 | 14 DE 27 | 1000 | | | TIC, DUPLEX CTS-100-30 TIC, DUPLEX CTS-100-31 TIC, DUPLEX CTS-100-30 TIC, DUPLEX CTS-100-30 REARISTA A PIC-110 & PIC-112 ENVIA SEÑAL A PIC-110/112. |
| | | TW-B | PP | | | | 14 DE 27 | 1000 | | | |
| | | TW-C | PP | | | | 14 DE 27 | 1000 | | | |
| | | TW-D | PP | | | | 14 DE 27 | 1000 | | | |
| | | TE-A | LD | | | | 14 DE 27 | 1000 | | | |
| | | TE-B | LD | | | | 14 DE 27 | 1000 | | | |
| | | TE-C | LD | | | | 14 DE 27 | 1000 | | | |
| | | TE-D | LD | | | | 14 DE 27 | 1000 | | | |
| | | TIC | CA | | | | 1055 | 1055 | | | |
| | | TIC | OC | | | | 1055 | 1055 | | | |
| | | TR | OC | | | | 1055 | 1055 | | | |
| | | HS | CA | | | | 1055 | 1055 | | | |
| | | HS | OC | | | | 1055 | 1055 | | | |

Tabla 5-1d. Índice de Instrumentos

5.3 DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTACION.

Son representaciones esquemáticas de la estructura de un circuito de control, ya sea del tipo abierto o cerrado. Estos Diagramas indican las principales funciones e interrelaciones de los constituyentes de los circuitos de control y sirven de base para la generación de otros documentos encontrados en la Ingeniería Básica de Instrumentación. Para la construcción de los Diagramas Funcionales de Instrumentación se utiliza la Simbología, Nomenclatura y Filosofías establecida por la Norma Internacional ANSI/ISO S 5.1.

El formato de los Diagramas Funcionales de Instrumentación depende del tipo de instrumentación utilizada en cada proyecto y es como sigue:

- a. Para plantas con instrumentación convencional el formato diferencia a la instrumentación local o de campo; a la instrumentación ubicada en la parte posterior del tablero principal de control; y a la instrumentación localizada en la parte frontal del tablero principal de control.
- b. Para plantas con Sistema de Control Distribuido el formato diferencia únicamente a la instrumentación local o de campo y a la instrumentación o funciones incluidas en el Sistema de Control Distribuido.

A diferencia de los Diagramas de Instrumentación típicos, los Diagramas Funcionales de Instrumentación no muestran los direccionamientos de las tabillitas de interconexión de los instrumentos, esto con la finalidad de simplificar la construcción e interpretación de los Diagramas Funcionales de Instrumentación, indicándose dichas tabillitas en los Diagramas de Alambrado asociados, en donde se plasma información mas detallada y completa sobre las estrategias de interconexión entre la instrumentación de campo y los Sistemas de Control.

Los diagramas funcionales de instrumentación se utilizan a través del desarrollo de un proyecto, en aplicaciones como las que se muestran a continuación:

1.- Ingeniería.

- a) Como una herramienta de diseño; el empleo de los diagramas funcionales cuando éstos se preparan de antemano, ofrecen grandes beneficios al facilitar la expresión de la filosofía de control.
- b) Como un complemento a los diagramas de tubería e instrumentación; el diagrama funcional debe mostrar los componentes y accesorios del circuito de instrumentos, enfatizando los requisitos de seguridad y operabilidad.
- c) Como una herramienta para la especificación de instrumentos y sus accesorios.

- d) Como parte de la definición del alcance de instrumentación en un proyecto.
- e) Como un medio de comunicar requisitos a proveedores potenciales.
- f) Como una verificación de que la información presentada y la recibida está completa.
- g) Para la definición de las características del SCD.

2.- Construcción.

- a) Instalación de instrumentos en campo, incluyendo tableros.
- b) Interconexión de instrumentos.
- c) Revisión de instrumentos en los circuitos.
- d) Documentación e inspección.

3.- Puesta en Marcha.

- a) Calibración y revisión antes del arranque.
- b) Como un complemento de los DTI's, los diagramas funcionales pueden usarse como material didáctico de entrenamiento.

4.- Conservación.

- a) Mantenimiento Programado y de Emergencia.
- b) Modificaciones.
- c) Adecuación (reconstrucción).

5.- Operación

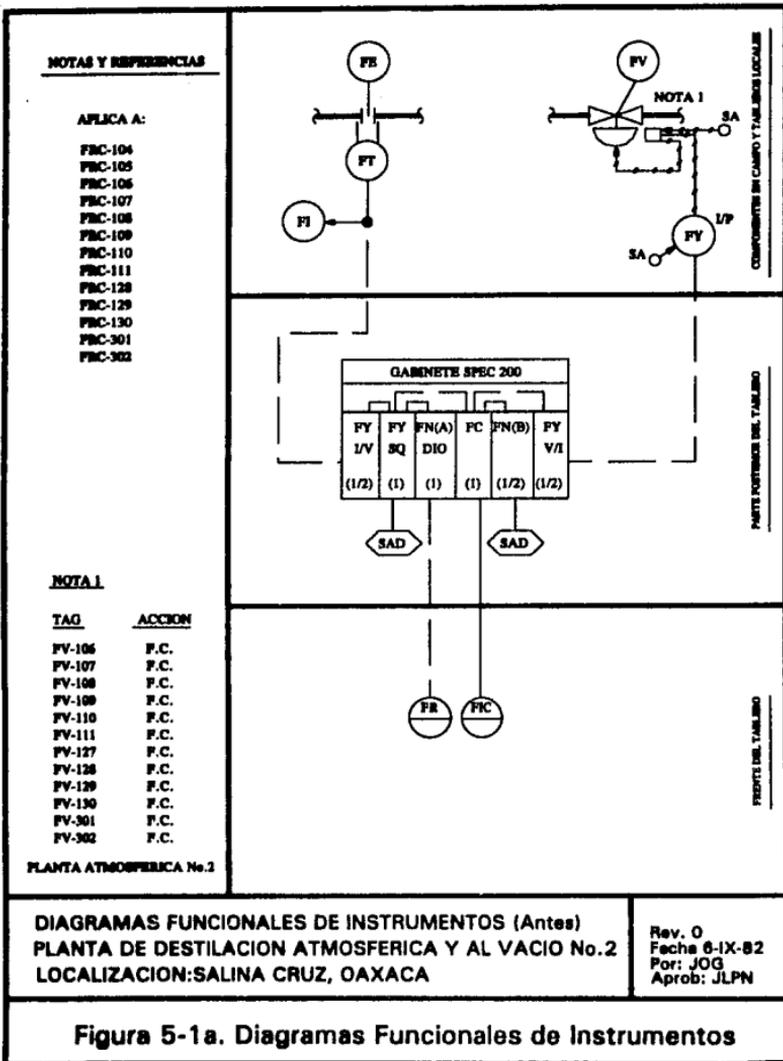
- a) Como un medio de comunicación entre el personal de operación, mantenimiento e Ingeniería.
- b) Como material de entrenamiento del personal de operación.

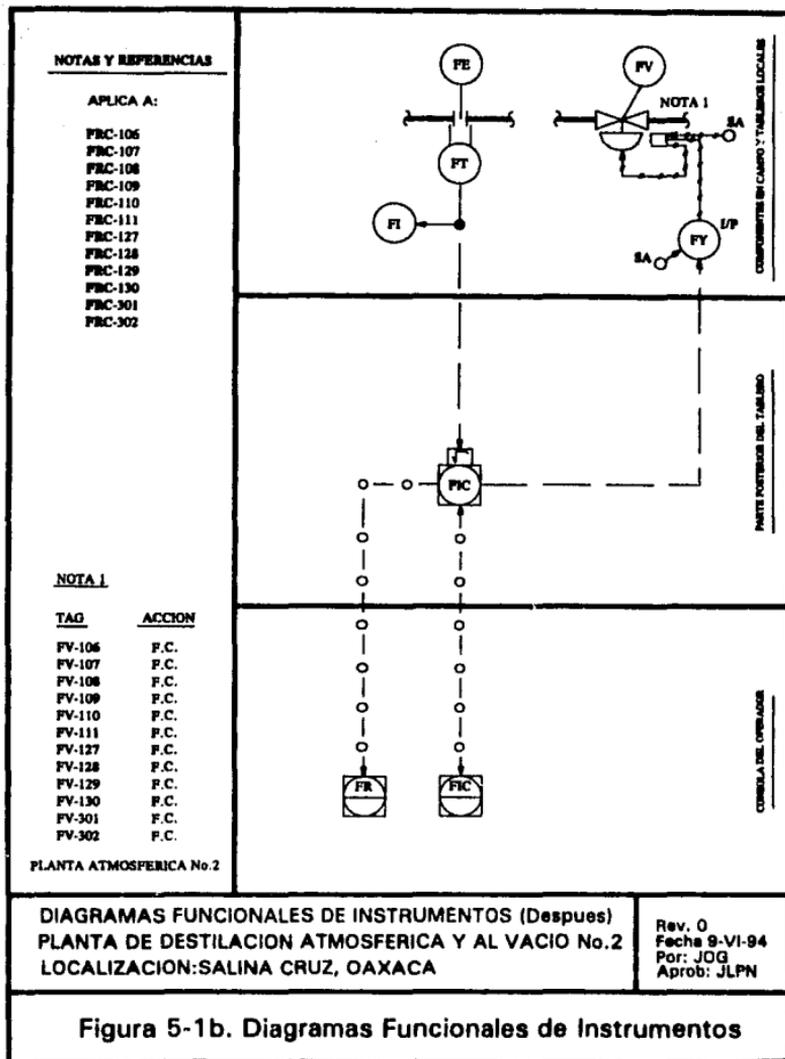
Analizando los Diagramas Funcionales de Instrumentos (antes y después de la propuesta de modernización), se observa que el Diagrama Funcional de Instrumentos original, presenta cambios en el ordenamiento de acuerdo con la instrumentación electrónica de arquitectura dividida Spec 200 del Fabricante Foxboro sustituida por un SCD. Esto puede apreciarse en el caso del circuito FRC-105; los componentes FY-BPNB, FN-BPNB, FR-PNB, FC-BPNB, FIC-PNB, FN-BPNB, FY-BPNB, son físicamente tarjetas y estaciones manuales que se instalan en el frente del tablero o en los Gabinetes Spec 200.

Actualmente estas se cambiaron (actualizaron) por circuitos cuyos componentes son para la misma función de control las siguientes; FIC-CA, FIC-OC y FR-OC, que se encuentran localizadas en la consola del operador y en los Gabinetes del SCD.

Este cambio se aplica a todos los circuitos de control involucrados en la propuesta de modernización de la planta de acuerdo a cada caso que se presente y se requiera.

A continuación se presenta un ejemplo representativo de este documento antes y después del proceso de modernización.



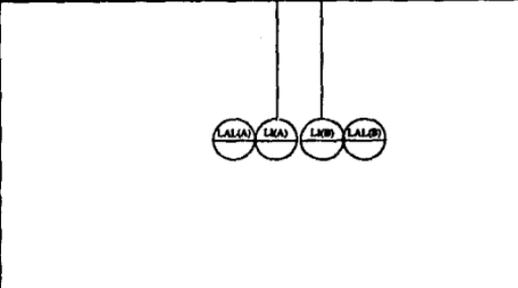
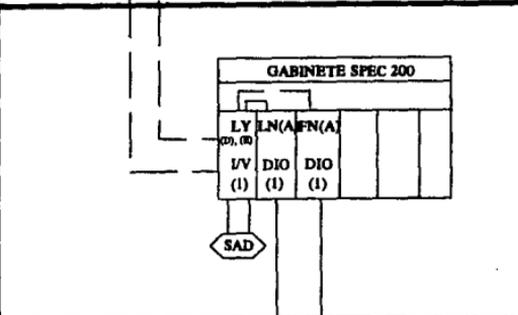
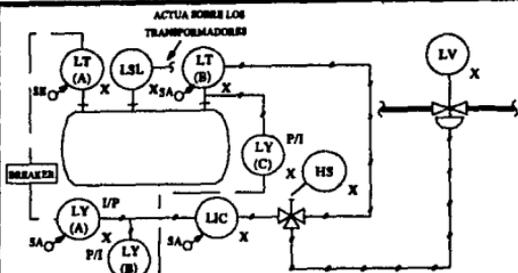


NOTAS Y REFERENCIAS

APLICA A:

- LIC-101
- LIC-102
- LIC-103
- LIC-104
- LT/LC-101
- LT/LC-102
- LT/LC-103
- LT/LC-104
- LI-101A
- LI-101B
- LI-102A
- LI-102B
- LI-103A
- LI-103B
- LI-104A
- LI-104B
- LAL-101A
- LAL-101B
- LAL-102A
- LAL-102B
- LAL-103A
- LAL-103B
- LAL-104A
- LAL-104B
- HS-101
- HS-102
- HS-103
- HS-104

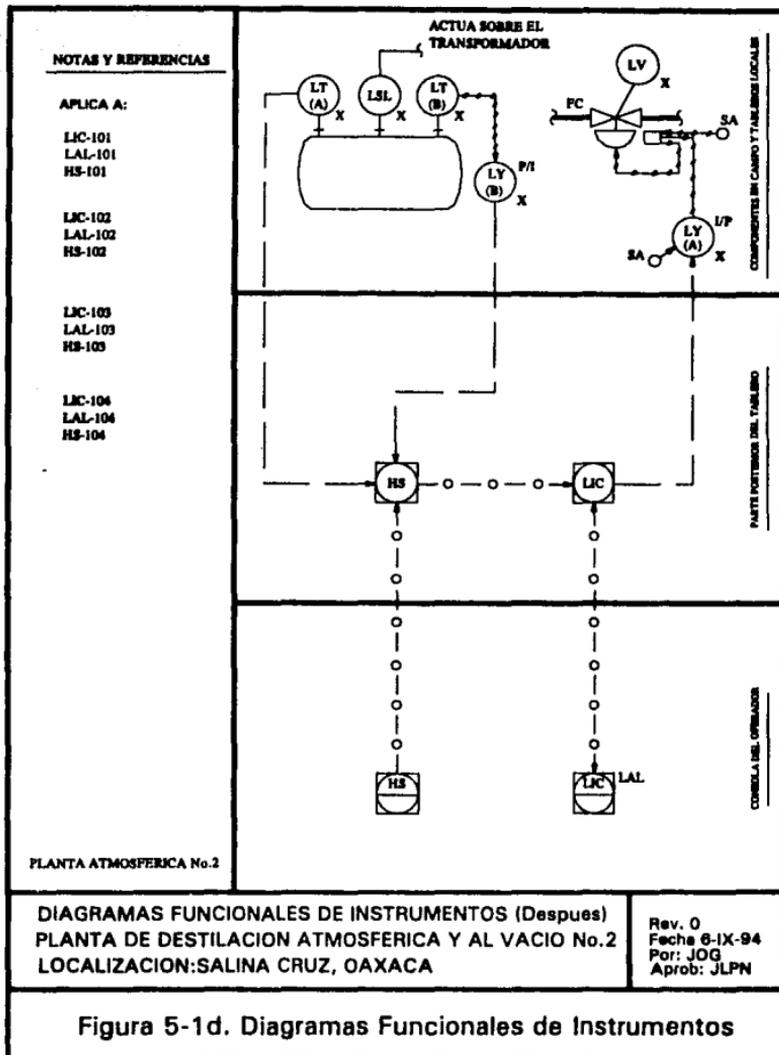
PLANTA ATMOSFERICA No.



DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTOS (Antes)
PLANTA DE DESTILACION ATMOSFERICA Y AL VACIO No.2
LOCALIZACION: SALINA CRUZ, OAXACA

Rev. 0
 Fecha 6-IX-81
 Por: JOG
 Aprob: JLPN

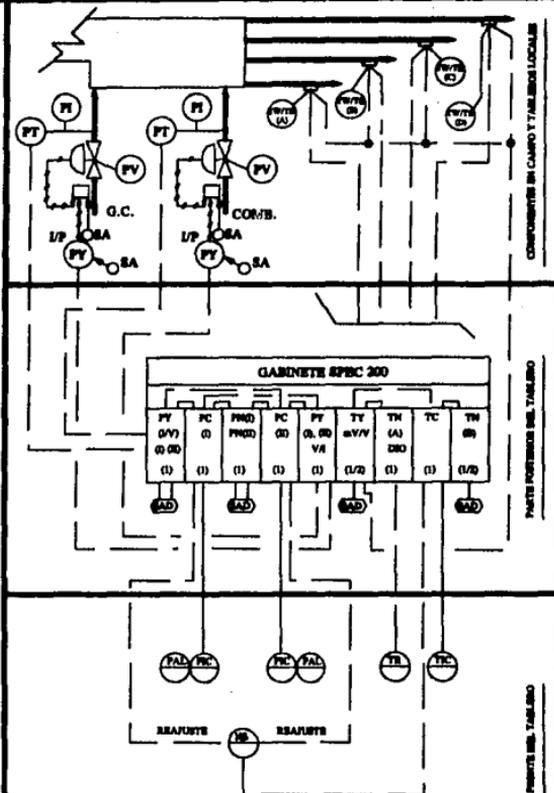
Figura 5-1c. Diagramas Funcionales de Instrumentos



NOTAS Y REFERENCIAS

APLICA A:

- PIC-110
- PAL-110
- PIE-112
- PAL-112
- TBC-103
- PIE-113
- PAL-113
- PIE-115
- PAL-115
- TBC-112
- PIE-116
- PAL-116
- PIE-118
- PAL-118
- TBC-113
- PIE-119
- PIE-119
- PIE-121
- PAL-121
- TBC-122
- PIE-205
- PAL-202
- PIE-204
- PAL-204
- TBC-206
- HS-107
- HS-108
- HS-109
- HS-110
- HS-201

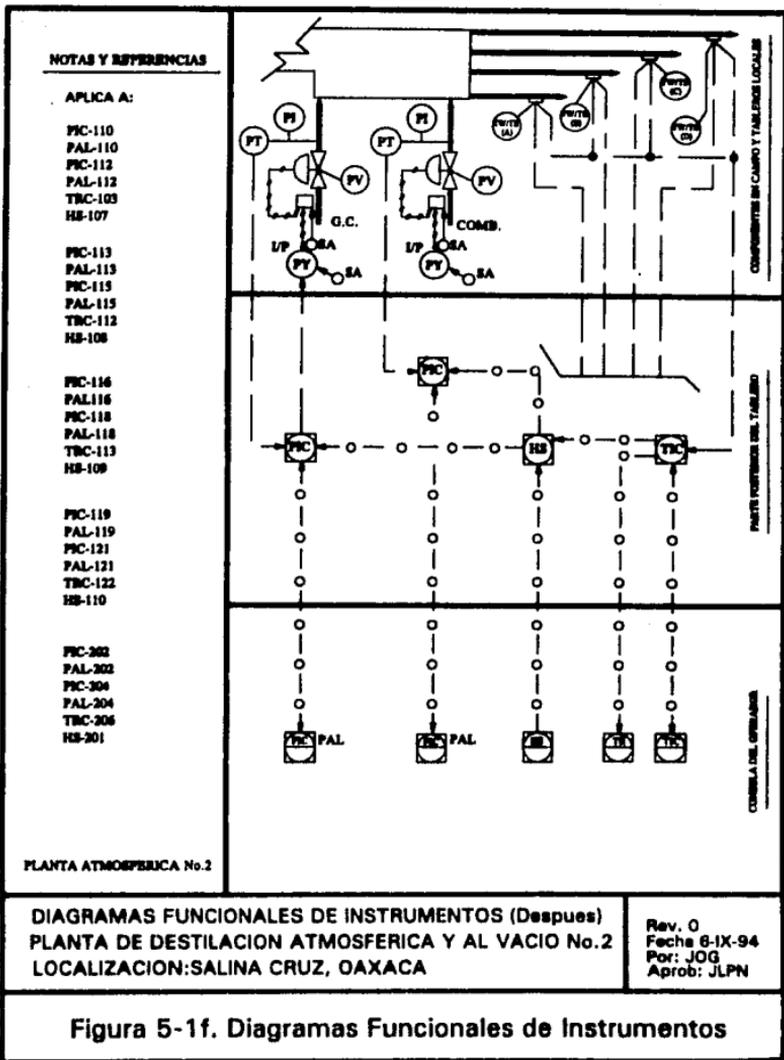


PLANTA ATMOSFERICA No.2

DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTOS (Antes)
PLANTA DE DESTILACION ATMOSFERICA Y AL VACIO No.2
LOCALIZACION: SALINA CRUZ, OAXACA

Rev. 0
 Fecha 6-IX-82
 Por: JOG
 Aprob: JLPN

Figura 5-1e. Diagramas Funcionales de Instrumentos



5.4 HOJAS DE DATOS DE INSTRUMENTOS

Recopilan la Información de las condiciones de operación del proceso, a las que se encuentran sometido cada instrumento conectado físicamente al proceso. También se incluyen las propiedades de los fluidos del proceso, tanto físicas como químicas, así como requerimientos específicos de la medición y características importantes del sistema en que se haya el instrumento. Las Hojas de datos sirven como base para la elaboración de las Memorias de Cálculo y de las Hojas de Especificaciones.

Las Hojas de Datos se clasifican de acuerdo con el tipo de Variable que mida el instrumento, considerándose así mismo en cada caso los parámetros requeridos para la realización de cada tipo de cálculo, de dimensionamiento o bien para la especificación del instrumento.

A continuación se presenta un ejemplo representativo de este documento, requerido para cualquier proyecto de Instrumentación.

6.5 MEMORIAS DE CALCULO

Son un registro permanente del método, consideraciones, criterios y valores usados en el calculo de las dimensiones o capacidades y características requeridas por los diversos dispositivos utilizados en los circuitos de control y en la instrumentación auxiliar de una planta, para cumplir satisfactoriamente con los requerimientos del servicio. Las Memorias de Calculo son un recurso muy útil en la revisión de las especificaciones de los instrumentos, cuando existiera duda del desempeño de estos dispositivos con el servicio en que estarán instalados.

A continuación se presenta un ejemplo representativo de este documento, requerido para cualquier proyecto de Instrumentación.

| | |
|---|---|
| PLANTA: UNIDAD DE DESTILACION ATMOSFERICA Y AL VACIO LOCAL.: SALINA CRUZ, OAX. CONT.: | REV.1 FECHA: 18-MAY-95 REALIZO: JOG |
| PLACAS DE ORIFICIO MEMORIA DE CALCULO | |
| IDENTIFICACION DE LA PLACA TIPO DE FLUIDO | FE-106B LIQUIDO |
| DATOS DE PROCESO | |
| GASTO MINIMO (GPM) | 213.000 |
| GASTO NORMAL (GPM) | 266.710 |
| GASTO MAXIMO (GPM) | 440.000 |
| GRAVEDAD ESPECIFICA BASE @ BASE | 0.884 |
| GRAVEDAD ESPECIFICA @ FLUJO | 0.868 |
| PRESION DE OPERACION (PSIG) | 118.000 |
| DIAMETRO INTERNO/TUBERIA (PULG) | 7.981 |
| DIFERENCIAL DEL MEDIDOR ("H ₂ O) | 100.000 |
| VISCOSIDAD (Cp) | 3.642 |
| TEMPERATURA DE OPERACION (°F) | 120.000 |
| MATERIAL DE LA PLACA | A.I. 304 |
| RESULTADOS DEL CALCULO | |
| FACTOR DE LECTURA (M ³ /H) | 10.000000 |
| PUNTERO A FLUJO MINIMO | 4.838721 |
| PUNTERO A FLUJO NORMAL | 6.058851 |
| PUNTERO A FLUJO MAXIMO | 9.995480 |
| FACTOR POR EXPANSION TERMICA (FA) | 1.000988 |
| FACTOR POR VISCOSIDAD (FC) | 1.006553 |
| NUMERO DE REYNOLDS (RD/FC) | 25624.195313 |
| FACTOR DE DIMENSIONAMIENTO (S) | 0.115597 |
| VALOR DE BETA | 0.433490 |
| DIAMETRO DEL ORIFICIO (PULG) | 3.459683 |

Método de calculo basado en el libro "Principles and Practices of Flow Meter Engineering" por L.K. Spink 9a. edición.

Tabla 5-2a. Memoria de Calculo

| | |
|--|---|
| PLANTA: UNIDAD DE DESTILACION ATMOSFERICA Y AL VACIO LOCAL: SALINA CRUZ, OAX. CONT.: | REV.1 FECHA:18-MAY-95 REALIZO:JOG |
| PLACAS DE ORIFICIO MEMORIA DE CALCULO | |
| IDENTIFICACION DE LA PLACA TIPO DE FLUIDO | FE-108A LIQUIDO |
| DATOS DE PROCESO | |
| GASTO MINIMO (GPM) | 615.000 |
| GASTO NORMAL(GPM) | 789.300 |
| GASTO MAXIMO (GPM) | 1320.000 |
| GRAVEDAD ESPECIFICA BASE @ BASE | 0.859 |
| GRAVEDAD ESPECIFICA @ FLUJO | 0.842 |
| PRESION DE OPERACION (PSIG) | 118.000 |
| DIAMETRO INTERNO/TUBERIA (PULG) | 7.981 |
| DIFERENCIAL DEL MEDIDOR ("H ₂ O) | 100.000 |
| VISCOSIDAD (Cp) | 2.921 |
| TEMPERATURA DE OPERACION ("F) | 120.000 |
| MATERIAL DE LA PLACA | A.I. 304 |
| RESULTADOS DEL CALCULO | |
| FACTOR DE LECTURA (M ³ /H) | 30.000000 |
| PUNTERO A FLUJO MINIMO | 4.656985 |
| PUNTERO A FLUJO NORMAL | 5.825398 |
| PUNTERO A FLUJO MAXIMO | 9.995480 |
| FACTOR POR EXPANSION TERMICA (FA) | 1.000988 |
| FACTOR POR VISCOSIDAD (FC) | 1.000000 |
| NUMERO DE REYNOLDS (RD/FC) | 89548.015625 |
| FACTOR DE DIMENSIONAMIENTO (S) | 0.342145 |
| VALOR DE BETA | 0.694941 |
| DIAMETRO DEL ORIFICIO (PULG) | 5.546321 |

Método de calculo basado en el libro "Principles and Practices of Flow Meter Engineering" por L.K. Spink 9a. edición.

Tabla 5-2b. Memoria de Calculo

PLANTA: UNIDAD DE DESTILACION ATMOSFERICA Y AL VACIO
 LOCAL: SALINA CRUZ, OAX.
 CONT.:

REV.1
 FECHA: 18-MAY-95
 REALIZO: JOG

VALVULAS DE CONTROL

HOJA DE DATOS

IDENTIFICACION DE LA VALVULA
 TIPO DE FLUIDO

FV-108
 LIQUIDO

TAMAÑO DE LA LINEA
 ESPECIFICACION DE LA LINEA
 NUMERO DE LA LINEA
 MATERIAL DEL CUERPO
 RANGO DE BRIDAS
 POSICION A FALLA DE AIRE
 ACCESORIOS
 NUMERO DE D.T.I.
 OBSERVACIONES

| | | | |
|---------|-----|--------|--------------------|
| ENTRADA | 8 | SALIDA | 8 |
| | 3/4 | | 3/4 |
| | | | ACERO AL CARBON |
| | | | CIERRA |
| | | | FILTRO Y REGULADOR |
| | | | 22 |

DATOS DE PROCESO

| | |
|-------------------------------|----------|
| GASTO NORMAL (GPM) | 643.500 |
| GASTO MAXIMO (GPM) | 963.000 |
| PRESION DE ENTRADA (PSIG) | 108.000 |
| CAIDA DE PRESION NORMAL (PSI) | 19.090 |
| CAIDA DE PRESION MAXIMA (PSI) | 19.090 |
| DENSIDAD RELATIVA | 0.850 |
| VISCOSIDAD (Cp) | 3.000 |
| TEMPERATURA DE OPERACION (°F) | 120.000 |
| PRESION DE VAPOR (PSIA) | 8.000 |
| PRESION CRITICA (PSIA) | 1000.000 |
| CARACTERISTICA | IGUAL % |
| TAMAÑO DE LA LINEA | 8.000 |

RESULTADOS DEL CALCULO Y SELECCION

| | |
|--------------------------------|------------|
| TIPO DE VALVULA | GLOBO |
| CAIDA DE PRESION PERMISIBLE | 86.999 |
| Cv @ FLUJO NORMAL | 135.786 |
| % DE APERTURA A Cv NORMAL | 55.480 |
| Cv @ FLUJO MAXIMO | 203.204 |
| % DE APERTURA A Cv MAXIMO | 65.351 |
| MAXIMO Cv DE LA VALVULA (100%) | 394.000 |
| TAMAÑO DEL CUERPO (PULG) | 6.000 |
| TAMAÑO DEL PUERTO (PULG) | 7.000 |
| TIPO DE VALVULA | BALANCEADA |
| OBSERVACIONES | |

Método de calculo basado en el catalogo 10 del fabricante Fisher Controls Inc.

Tabla 5-2c. Memoria de Calculo

5.6. HOJAS DE ESPECIFICACIONES.

Estos documentos permiten definir las características mas importantes de todo instrumento, o dispositivo auxiliar, a fin de asegurar la adquisición del equipo mas adecuado para cada servicio. Las Hojas de Especificación le proporcionan a los Fabricantes o Proveedores la información necesaria sobre las características requeridas y sobre las condiciones de operación de los instrumentos, así como de normas y regulaciones a las que ha de apegarse el instrumento o dispositivo suministrado.

Las Hojas de Especificaciones se definen de acuerdo con cada tipo de instrumento de que se trate, ya que los diferentes tipos o familias de instrumentos tienen características y requerimientos muy particulares, que los distinguen de cualquier otro instrumento.

A continuación se presenta un ejemplo representativo de este documento, requerido para cualquier proyecto de instrumentación.

| | | | |
|---|---------------|--------|--------|
| PLANTA: UNIDAD DE DESTILACION ATMOSFERICA | HOJA: DE REV. | 0 | |
| LOCALIZACION: SALINA CRUZ, OAXACA. | FECHA: | FECHA: | 6-V-88 |
| CONTRATO N°: | POR: | POR: | JOO |
| REQ N°: | APR.: | APR.: | JLPN |

VÁLVULAS DE CONTROL
HOJA DE ESPECIFICACIONES

| CUERPO | | ESPECIFICACIONES GENERALES | | ACTUADOR |
|--------|---|----------------------------|-----------|---|
| 1 | TIPO BUA TAPON <input type="checkbox"/> DOBLE <input type="checkbox"/> BENCILLO | GUARDO POR CALA. | | 5 REUM: REBORTE Y DIAGRAMA 3-18 PSI CARRERA PLINA |
| 2 | CONEXIONES | | | OTRO |
| 3 | OTRA FORMA DE CUERPO | | | SUMINISTRO ES 20 PSI |
| 4 | UNIDADES DE FLUJO: LIQUIDOS EN | GPM | GASES EN: | PCSH @ 80°F Y 1 ATM VAPOR EN: LB/HR. |
| 7 | IDENTIFICACION LINEA | FV-108 8" P2281A3A | | |
| 8 | TAMAÑO CUERPO | TAMAÑO PUERTO | 6" 7" | |
| 9 | TIPO | BLOJO | | |
| 10 | MATERIAL | ACERO AL CARBON | | |
| 11 | CIERRE, EXT. | 180° R.F. | | |
| 12 | CIERRE, INT. | ATORILLADO | | |
| 13 | CIERRE | VALVULA | | |
| 14 | EMPALME O SELLO | TIRON | | |
| 15 | GUARD ESPECIALES | | | |
| 16 | MODELO DE VALVULA | 687-ED-8 | | |
| 18 | MATERIAL INTERIORES | 17-4 PH.55 | | |
| 19 | RE. DE FLUYER | LMO BALANZADO | | |
| 20 | TIPS DE YANON | IGUAL % | | |
| 21 | ASEMTO Y TAPON | 416 ACERO INOX. | | |
| 22 | | | | |
| 23 | CIERRE ACCION | ABRE | 3 15 | |
| 24 | POSICION A FALLA | CIERRE | | |
| 25 | TIPO DE POSICIONADOR | 1582 | | |
| 26 | | | | |
| 27 | POSICIONADOR | | | |
| 28 | INDICADO | SI | | |
| 29 | SEÑAL DE BOMBA | SI | | |
| 30 | SEÑAL DE SALIDA | 3-18 | | |
| 31 | | 3-18 | | |
| 32 | ACCESORIOS | | | |
| 33 | FILTRO Y REGULADOR | SI | | |
| 34 | VOLANTE | | | |
| 35 | TAMAÑO DEL ACTUADOR | 50 | | |
| 36 | FLUIDO | HIDROCARBURO LIQUIDO | | |
| 37 | GASTO MIN. | GASTO MAX. | 155 | 983 |
| 38 | GASTO NORMAL @ T.F. | 843.5 | | |
| 39 | PIES MAX INT | SALIDA NORMAL (PSIG) | 88.91 | |
| 40 | Δ P MAX | Δ P DISEÑO | 19.08 | |
| 41 | TEMP MAX | NORMAL | 120°F | |
| 42 | DENS REL @ 80°F | @ T.F. | 0.86 | |
| 43 | VISCOSIDAD @ T.F. | 3 CPS | | |

FIGURA 5-3a. HOJA DE ESPECIFICACIONES

| | | | |
|---|--------|--------|---------|
| PLANTA: UNIDAD DE DESTILACION ATMOSFERICA HOJA: 1 DE 1 REV. | O | | |
| LOCALIZACION: SALINA CRUZ, OAXACA | FECHA: | FECHA: | 8 VI 85 |
| CONTRATO NO.: | POR: | POR: | JOG |
| REQ. No.: | APR.: | APR.: | JLPN |

PLACAS DE ORIFICIO Y BRIDAS

HOJA DE ESPECIFICACIONES

DISPOSITIVOS PORTAPLACAS DE CAMARA SENCILLA

| ESPECIFICACIONES GENERALES | | | |
|---|--|----------------------------|--|
| PLACAS DE ORIFICIO | | BRIDAS DE ORIFICIO | |
| 1 FAB. SEGUN ESTANDAR AGA/ASME | <input checked="" type="checkbox"/> OTRO _____ | 6 RANGO Y TIPO DE CARA | 300 # B.F. |
| 2 MATERIAL: SS 316 | <input type="checkbox"/> OTRO 304 S.S. | 7 TIPO: CUELLO SOLDABLE | <input type="checkbox"/> OTRO BRIDADO |
| 3 TIPO Y MAT. DEL ANILLO RTJ | | 8 MATERIAL: ACERO | <input type="checkbox"/> OTRO AC. AL CARBON |
| 4 TOLERANCIA EN EL CALIBRE 1/8" aprox. | <input type="checkbox"/> OTRO CALIBRO _____ | 9 CONEX. DE TOMAS 1/2" NPT | <input checked="" type="checkbox"/> OTRO _____ |
| 5 ESTAMPADO ESTANDAR ISA | <input checked="" type="checkbox"/> OTRO _____ | 10 BRIDAS POR FABRICANTE | |
| 11 No. DE IDENTIFICACION | FE-106A | FE-106B | |
| 12 LINEA No. | 8"P2281A3A | 8"P2281A3A | |
| CONDICIONES DE SERVICIO | | | |
| 13 FLUIDO | DIESEL | DIESEL | |
| 14 UNIDADES DE FLUJO | GPM | GPM | |
| 15 FLUJO MAXIMO | 1320 | 440 | |
| 16 FLUJO NORMAL | 769.3 | 266.71 | |
| 17 PRESION PSIG | 118 | 118 | |
| 18 TEMPERATURA DE FLUJO F | 120 | 120 | |
| 19 DENSIDAD RELATIVA A 80 F Y PSIA | 0.8587 | 0.884 | |
| 20 DENSIDAD RELATIVA A TEMP. FLUJO Y PSIA | 0.8425 | 0.868 | |
| 21 FACTOR DE COMPRESIBILIDAD A CONDICIONES DE FLUJO | | | |
| 22 P.M. GAS/VAPOR | | | |
| 23 VISCOSIDAD A TEMPERATURA DE FLUJO CENTIPOISE | 2.921 | 3.642 | |
| 24 % CALIDAD DE VAPOR | | | |
| 25 GRADO DE SOBRECALENTAMIENTO | | | |
| DATOS DEL SISTEMA DE MEDICION | | | |
| 26 DIAMETRO DE ORIFICIO IN. | (d) 5.5463 | 3.45968 | |
| 27 DIAMETRO INTERIOR DE LA LINEA IN. | (D) 7.981 | 7.981 | |
| 28 DENSIDAD RELATIVA DEL FLUIDO DE SELLO @ 80 F | | | |
| 29 ELEMENTO DE MEDICION | D/P CELL | D/P CELL | |
| 30 RANGO DIFERENCIAL DEL ELEMENTO IN. AGUA | 0-100 | 0-100 | |
| 31 RANGO DE PRESION ESTATICA PSIA | | | |
| 32 RANGO DE LA ESCALA LINEAL | 0-10 | 0-10 | |
| 33 FACTOR DE LECTURA DE LA ESCALA | 30 | 10 | |
| 34 RELACION d/D BETA | 0.6949 | 0.4334 | |
| 35 DIAM. NOMINAL Y ESPECIFICACION DE LINEA | 8"/A3A | 8"/A3A | |
| 36 MATERIAL DE LA UNIDAD DE SELLO | TEFLON | TEFLON | |

Figura 5-3b. Hojas de Especificaciones

5.7. SUMARIO DE SEÑALES DE ENTRADA/SALIDA Y FUNCIONES.

Recopila la información necesaria para que los proveedores de los Sistemas de Control Distribuido puedan configurar sus Sistemas, de la manera mas adecuada para satisfacer los requerimientos operativos de los Sistemas de Control de cada planta.

El Sumario de Señales de Entrada/Salida y Funciones de cada planta, se relaciona muy estrechamente con el Indice de Instrumentos de la misma, a través de la Base de Datos de Instrumentos, a la que se le adicionan algunas características requeridas por los Sistemas de Control Distribuido para particularizar el comportamiento de sus entidades dinámicas, a través de las que se efectúa el control y monitoreo de las condiciones de operación del proceso.

La información que se reporta en el Sumario de Señales de Entrada/Salida y Funciones, típicamente es la siguiente:

- Identificación .
- Servicio con tamaño del campo de acuerdo con el SCD en particular.
- Clave contracta del Servicio (según se requiera).
- Información de la señal de entrada; origen, rango o tipo y acondicionamiento requerido.
- Información de la función asociada; tipo y ajustes.
- Información de la señal de salida; tipo, destino.
- Información complementaria para la configuración; como sea requerida por el proveedor.

A continuación se presenta un ejemplo representativo de este documento, el cual tiene su origen a partir del proceso de modernización.

SUMARIO DE SEÑALES E/S PARA EL SISTEMA DIGITAL DE CONTROL DISTRIBUIDO

FECHA: 6-VI-1994
 POR: J.O.G.
 APROB.: J.L.P.N

PROYECTO: MODERNIZACION DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL.
 PLANTA: DE DESTILACION ATMOSFERICA Y AL VACIO No.2
 LOCALIZACION: SALINA CRUZ, OAX.

| NUMERO DE IDENTIFIC. | SERVICIO | CLAVE | SEÑAL DE ENTRADA | | | FUNCION | | SALIDA | | NOTAS |
|----------------------|--------------------------------------|--------|------------------|--------------|------------------|---|---|--------|----------------------------------|------------------------|
| | | | ORIGEN | RANGO O TIPO | CONDICIONAMIENTO | TIPO | AJUSTE | SEÑAL | DESTINO | |
| PRC-103 | GASOLEO PESADO A L.B | GOLLE | FT | 4-20 mA | RAIZ CUADRADA | CONTROL GANANCIA T-INTEGRAL | 1 0.5 mm/step | 4-20mA | LY | ACTUA LV-114 (2007120) |
| LIC-101A | AGUA TRATADA PARA DESALAR EN A-FA-1A | AGVA | LT | 4-20 mA | | REGISTRO INDICADOR. | 21,316.5 B/D | | PANTALLA PANTALLA | |
| LIC-101A | AGUA TRATADA PARA DESALAR EN A-FA-1A | AGVA | LT | 4-20 mA | | CONTROL GANANCIA T-INTEGRAL | 1 0.5 mm/step | | HS | ENVIA SEÑAL AL HS-101 |
| LIC-101A | AGUA TRATADA PARA DESALAR EN A-FA-1A | AGVA | LT | 4-20 mA | | REGISTRO INDICADOR. ALARMA BAJA | 0-100% | | PANTALLA PANTALLA PANTALLA | |
| PRC-110 | GAS COMBUSTIBLE A ABA-1 CELDA "A" | GCABAA | PT | 4-20 mA | | CONTROL GANANCIA T-INTEGRAL | 1 0.1 mm/step | | PY | REARISTADO POR TEC-103 |
| PRC-110 | GAS COMBUSTIBLE A ABA-1 CELDA "A" | GCABAA | PT | 4-20 mA | | REGISTRO INDICADOR. ALARMA BAJA | 0-7 KG/CM | | PANTALLA PANTALLA PANTALLA | |
| TEC-103 | SUBCS 1/4 DE A-BA-1 CELDA "A" | BAIA | TT | RTD | LINEARIZACION | CONTROL GANANCIA T-INTEGRAL T-DERIVADA REGISTRO INDICADOR | 1 0.5 mm/step 0.0 minutos 0-600 °C | | HS | ENVIA SEÑAL AL HS-107 |
| TEC-103 | SUBCS 1/4 DE A-BA-1 CELDA "A" | BAIA | TT | RTD | LINEARIZACION | | | | PANTALLA PANTALLA | |

Tabla 5-3. Sumario de Funciones y de Señales de E/S

5.8. ESQUEMAS DE LOS DESPLEGADOS GRAFICOS.

Son representaciones simplificadas de un proceso, de una sección de un proceso, de un equipo o de una sección de un equipo, cuya operación y supervisión puede ser aislada de otras secciones del proceso y que es factible representar dentro del espacio disponible de un monitor de un SCD.

Los parámetros que definen el criterio que ha de utilizarse para el seccionamiento de los esquemas de proceso, son el número y complejidad de los equipos, así como el número de puntos de monitoreo y control que se tengan, de tal manera que sean adecuados para que un operador pueda realizar una operación eficiente y segura de la sección del proceso representada.

Para la construcción de los Desplegados Gráficos se deberán establecer y seguir normas y estándares con el propósito de fijar convenciones para la interpretación de colores y símbolos, para la definición de funcionalidades que se aplican, así como para definir procedimientos de dibujo que han de seguirse. A través de la selección o toque de una sección de la pantalla, se debe realizar una función preestablecida. Las funciones mínimas que deberán poder ser ejecutadas son:

- Invocación de otro gráfico o página del Sistema.
- Invocación de una ventana.
- Selección de un instrumento, para su supervisión o manipulación.
- Ejecución de rutinas.

Funciones adicionales que los Desplegados Gráficos deben tener, son las siguientes:

- Actualización periódica de la información, desde su Base de Datos.
- Cambio del color de los objetos y textos, por condicionamiento o estados de las variables de proceso (0-1, si-no, existencia-no existencia).
- Variación en el patrón de una figura o contenido de un texto, por cambio en el estado de las variables de proceso.
- Centelleo de los objetos o textos por condicionamiento del estado de las variables del proceso.
- Cambio proporcional en el tamaño de una barra, por cambio en el valor de una variable analógica asociada de la Base de Datos.

Se pueden construir diferentes tipos de Desplegados Gráficos, siendo los Desplegados Gráficos mas representativos los siguientes:

- a) **Gráficos de Vista General.** Son representaciones del diagrama de flujo de proceso, en donde sólo se indican los equipos y líneas principales del mismo. Deben tener la característica que mediante el toque de pantalla o selección, se deberá invocar un Gráfico de Vista Parcial (si se hubiese configurado) o un Gráfico Dinámico, en que se encuentre el equipo que ha sido seleccionado.
- b) **Gráficos de Vista Parcial.** En el caso de procesos de alta complejidad, se deberán crear Gráficos de Vista Parcial, en donde se representan secciones completas de un proceso mayor. Con las mismas características que los Gráficos de Vista General.
- c) **Gráficos Dinámicos.** El objetivo principal de un Gráfico Dinámico, es el de poder ser una eficaz herramienta de operación que permita un fácil monitoreo de las condiciones de operación de los procesos, asegurando a su vez que el operador pueda tener el control total de este proceso, mediante la apropiada manipulación de los elementos finales involucrados.

Los esquemas de los Desplegados Gráficos deberán ser entregados a los fabricantes de los Sistemas de Control Distribuido, con las características necesarias para que se puedan construir en los SCD's, de acuerdo con los requerimientos establecidos anteriormente.

A continuación se presenta un ejemplo representativo de estos documentos, los cuales tienen su origen a partir del proceso de modernización.

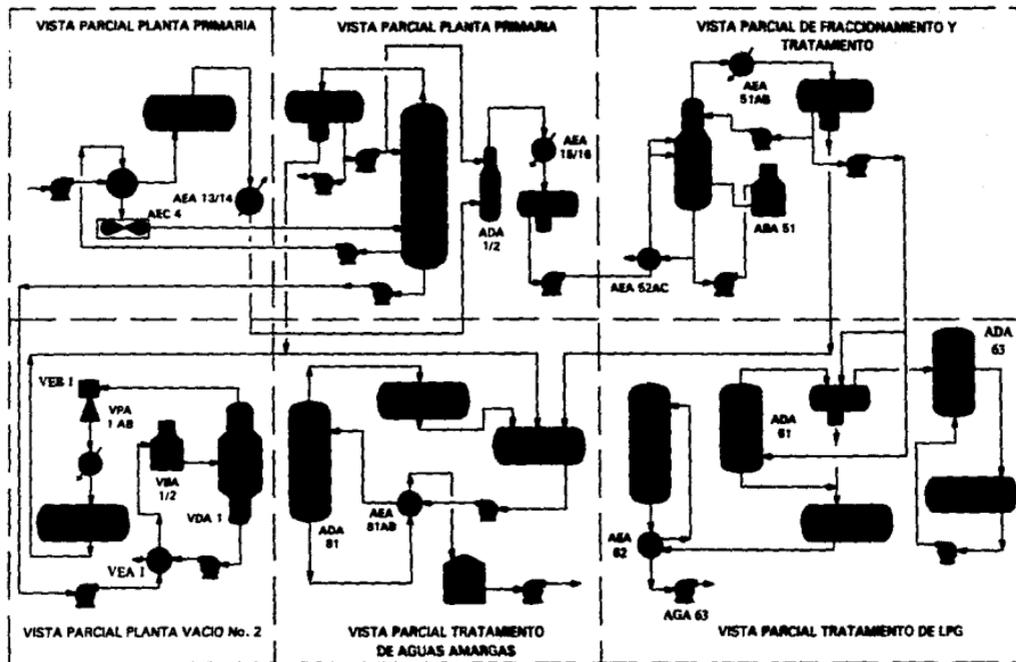


FIG. 5-4a. VISTA GENERAL DE LAS PLANTAS PRIMARIA No. 2 Y VACIO No. 2

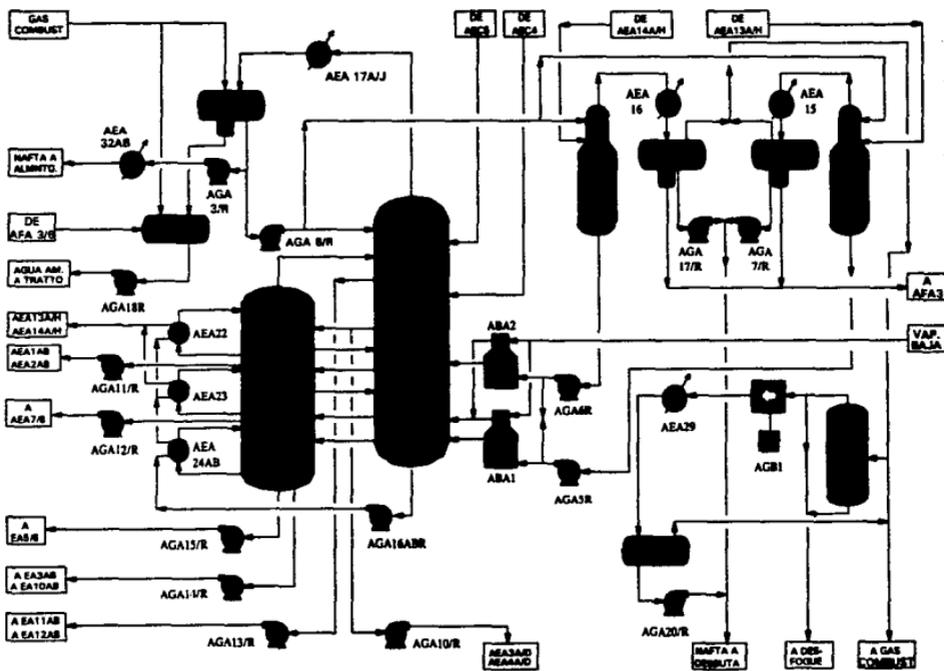


FIG. 5-4b. VISTA PARCIAL PLANTA PRIMARIA No. 2

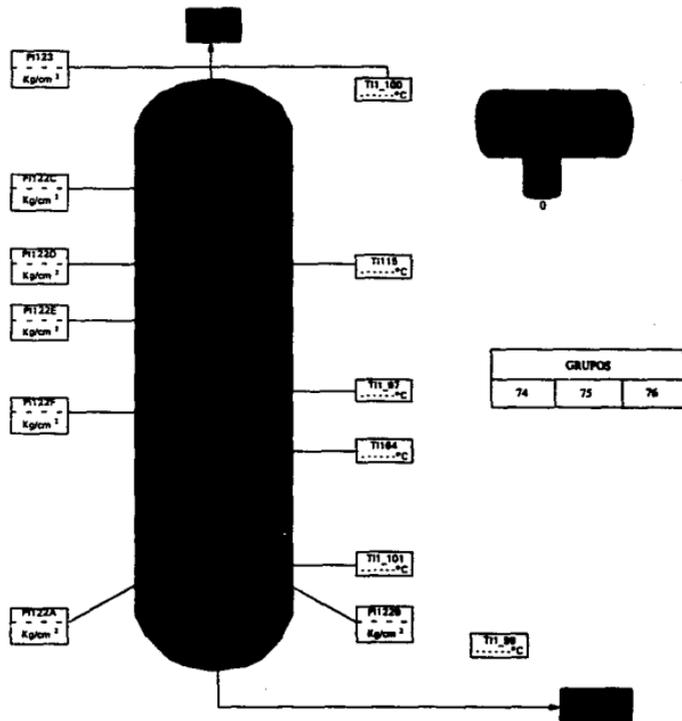


FIG. 5-4e. PERFIL DE LA TORRE ATMOSFERICA ADA-3

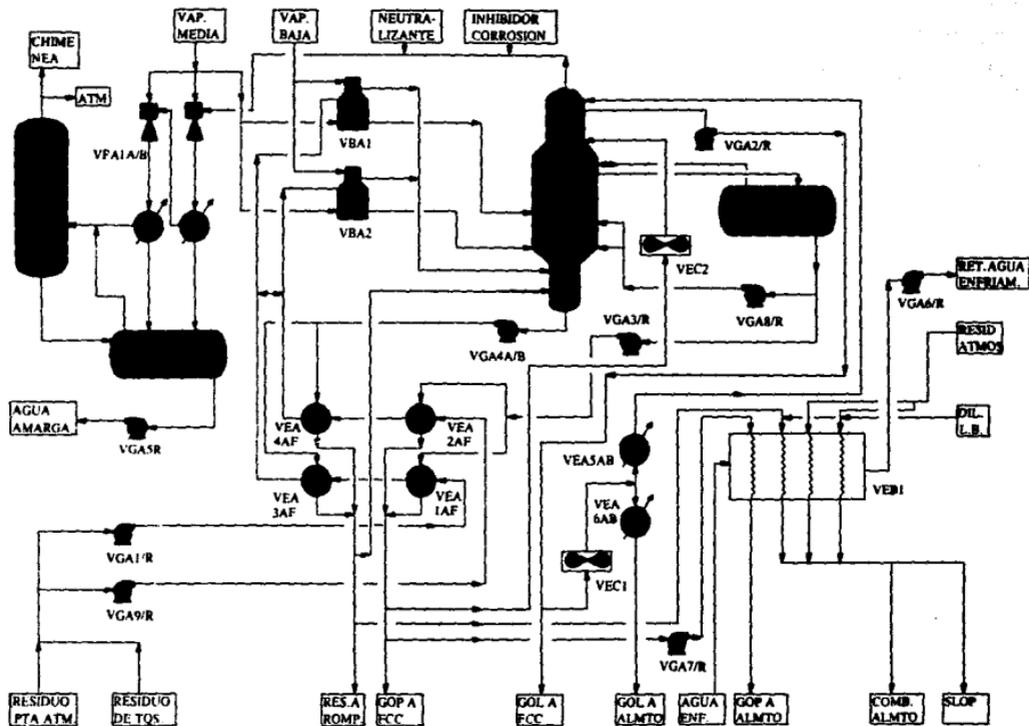


FIG. 5-4d. VISTA PARCIAL DE LA PLANTA AL ALTO VACIO No.2

CAPITULO VI

ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA ADQUISICION DE UN SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

CAPITULO VI

ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA ADQUISICIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.

Los avances tecnológicos han permitido que constantemente se modernicen los Sistemas de Instrumentación y Control en las plantas industriales. Con esta tendencia, era de esperar que, en un momento determinado, se desarrollara un Sistema de Control con el cual se redujeran las acciones de supervisión y aumentara la adquisición de datos en la planta, a tal Sistema se le conoce como Control Distribuido, el cual consiste de una red de procesadores digitales que trabajen con sistema operativo distribuido y operan en el concepto de tiempo real. Su principio de funcionamiento está basado en la Teoría del Control Automático.

La importancia de este tipo de Sistema dentro de la modernización de los Sistemas de Instrumentación y Control, radica en el hecho de ser la piedra angular sobre la cual se hará la conversión de los Sistemas, basados en los tableros y sus accesorios.

Es relevante indicar que un Sistema de Control Distribuido debe especificarse adecuadamente para poder ser adquirido e instalado, y por tanto, en esta sección se abarcarán los puntos esenciales con los cuales debe cumplir una especificación de Sistemas de Control Distribuido, que mejor satisfaga una aplicación dada.

Una especificación de Sistemas de Control Distribuido debe considerar los siguientes puntos:

1. Equipo y Accesorios (Hardware)
2. Programas, Lenguajes y Procedimientos (Software).
3. Servicios del Proveedor.
4. Confiabilidad y obsolescencia.

Cabe hacer mención de que la parte de equipo y accesorios, así como los programas, lenguajes y procedimientos, constituyen en esencia información que tiene gran similitud con los sistemas administrativos de procesamiento de información, con la diferencia de que tales conceptos son complementados con los servicios del proveedor, así como su confiabilidad y obsolescencia se convierten en aspectos críticos en el desempeño de estos Sistemas. La especificación se desarrollará a continuación.

6.1. Equipos y accesorios (Hardware).

El término "Hardware" engloba todos los componentes físicos del Sistema, considerando los siguientes aspectos:

- * Arquitectura.
- * Sistema de comunicaciones
- * Conceptos generales.

6.1.1. Arquitectura.

Especifica el tipo y número de los componentes del Sistema, distribuyéndolos funcionalmente, satisfaciendo las estrategias de control y requerimientos de seguridad de los procesos de las plantas, además de permitir futuras expansiones o modificaciones.

La arquitectura considera los siguientes dispositivos y conceptos:

Interfases.

- * Hombre-Máquina.
- * Máquina-Máquina.
- * Con el Proceso.

Unidades de Almacenamiento Masivo.

Unidades de Control.

Computadora de Proceso.

Fuentes de poder

Sistemas de Fuerza Ininterrumpible.

Estructuras de apoyo.

6.1.1.1. Interfases.

Son los dispositivos capaces de permitir la comunicación entre los diferentes componentes del Sistema con el Hombre, con otros Sistemas, o con el Proceso. El Sistema debe considerar las siguientes Interfases:

6.1.1.1.A. Interfases Hombre-Máquina.

Permiten al Operador/Programador monitorear, manipular y configurar los Sistemas de Control. Las Interfases y sus características a considerar son:

- **Monitores:** Deben ser del tipo cromático de 19", con alta resolución del tipo pantalla antirreflejante, con 15 tonalidades de color perfectamente distinguibles entre sí (blanco, negro, verde, rojo, magenta, cian, azul, amarillo y sus semitonos). Por seguridad se requiere un mínimo de dos monitores, pero cada caso deberá definirse particularmente.
- **Teclados:** Deben para uso intensivo, siendo de dos tipos:
 - * **Teclado de Operación:** permite al usuario una operación sencilla y eficiente a partir de las teclas de funciones específicas y dedicadas al control, así como deberá contar con teclas de función configurable, su construcción deberá ser del tipo membrana.
 - * **Teclado de Ingeniería/Configuración:** Debe ser del tipo ANSI extendido con funciones dedicadas, siendo del tipo intercambiable o bien ocultable bajo cubierta.

Se debe considerar un teclado de Operación por cada monitor y uno de Ingeniería/Configuración por consola, como mínimo.

- **Impresoras:** Deben ser para uso intensivo, de escritura tipo matriz de impacto, el tipo de papel a usar es continuo/sencillo estándar, teniendo la capacidad de imprimir caracteres alfanuméricos, así como gráficos con alta resolución. La velocidad de impresión debe ser de 400 caracteres por segundo, como mínimo. Se deberá considerar una impresora como mínimo, cada caso deberá definirse particularmente.
- **Videocopiador a color:** Debe ser para uso intensivo, teniendo la capacidad de imprimir totalmente a color en papel estándar los Desplegados mostrados en los monitores, con muy alta resolución, estando habilitado para imprimir una página por minuto como mínimo, debiendo ser activado desde cualquier teclado de operación. Se requiere de un videocopiador como mínimo. Su principio puede ser por transferencia térmica o por chorros de tinta, no aceptándose impresión por impacto.
- **Controladores del Cursor:** Adicionalmente al toque de pantalla y a los teclados, se deberá contar con un controlador del cursor, debiendo ser uno de los conocidos como "Raton" o "Track Ball", los cuales deberán ser para uso intensivo. Se deberá de contar con un controlador del cursor por cada monitor.

6.1.1.1.B. Interfases Máquina-Máquina.

Estos dispositivos deben ser adecuados para permitir la comunicación del Sistema con otros dispositivos inteligentes externos al mismo. El Sistema debe tener la

capacidad de permitir la comunicación entre las Unidades de Control, la Consola del Operador y la Computadora de Proceso localizadas en el Cuarto de Control.

6.1.1.1.C. Interfases con el Proceso.

Engloba los dispositivos necesarios para permitir al Sistema la Recepción/Envío de señales Desde/Hacia los instrumentos de Proceso. Estas Interfases deben ser instaladas en Gabinetes de diseño modular permitiendo una fácil instalación de las tarjetas, teniendo indicación visual de su estado operativo.

Se consideran dos clasificaciones de Interfases de Proceso:

* Interfases de señales desde el campo (Entradas). Estos dispositivos reciben diferentes tipos de Señales de la Instrumentación de Campo, validan, condicionan, estandarizan y digitalizan estas señales para ser alimentadas hacia el multiplexor y para ser finalmente interpretadas por el Sistema. Las principales Interfases de Proceso para las señales de entrada de campo son las siguientes:

- Interfases de Entradas Analógicas de Alto Nivel (4-20 mA).
- Interfases de Entradas Analógicas de Bajo Nivel (Termopares/RTD).
- Interfases de Entradas Digitales (para 24 VCD).
- Interfases para Transmisores Inteligentes.

* Interfases para señales hacia el campo (Salidas). Estas Interfases deben manejar dispositivos eléctricos como válvulas solenoides, arrancadores de motores, Luces indicadoras, Elementos finales de control, etc, así como validar estas señales y mantener su último valor en caso de falla. Las Interfases para las Señales a campo son divididas en los siguientes tipos:

- Interfases para Salidas Analógicas (4-20 mA).
- Interfases para salidas digitales (24 VCD).

El número de las interfases deberá ser definido por el proveedor, considerando el número de señales indicado en el sumario de Entradas/Salidas y Funciones, así como los porcentajes de reservas y redundancias requeridas.

6.1.1.2. Unidades de Almacenamiento Masivo.

Son los dispositivos requeridos para permitir el arranque, operación y almacenamiento de información de todo el Sistema, por periodos especificados. Su cobertura será para todos los dispositivos inteligentes. Los dispositivos de almacenamiento deberán ser de los siguientes tipos:

-**Memoria permanente.** Se refiere a la memoria de Estado Sólido que todos los dispositivos inteligentes del Sistema deberán tener y deberán ser suficientes para que éstos operen apropiadamente, así como permitir al Sistema ejecutar funciones matemáticas sencillas.

-**Medios removibles.** Deberán estar constituidos por dos lectoras como mínimo por cada arreglo de Monitores/Teclados de Operación en la Consola, éstas deberán ser de 5 1/4" o de 3 1/2" de alta densidad, para uso intensivo.

-**Medios fijos.** Las unidades de Disco Duro deberán ser del tipo para uso intensivo, contenidas en una caja sellada con gas inerte, debiendo resistir vibraciones de magnitud moderada sin sufrir alguna clase de daño, siendo su capacidad mínima de 280 Megabytes (formateados), se requiere un arreglo de dos discos duros con interconexión en paralelo, como mínimo, es decir, su redundancia debe ser 1:1 en los medios magnéticos y en los manejadores. Las unidades de Disco Duro deberán almacenar los siguientes conceptos:

- * Almacenamiento de la Historia Continua del Proceso (promediación por minuto) de todas las variables analógicas del proceso por 72 horas como mínimo.

- * Almacenamiento de los promedios de todas las variables analógicas del proceso, de acuerdo con los siguientes valores:

- por una semana para la promediación horaria.
- por un mes para la promediación por turno, por día y por semana.
- por un año para la promediación por mes.

- * Almacenamiento de las 2000 alarmas más recientes del proceso.

- * Almacenamiento de las 2000 alarmas más recientes del sistema.

- * Almacenamiento de las 2000 acciones más recientes de los ingenieros u operadores en el Sistema de Control.

- * Almacenamiento de todos los archivos fuente y objeto de la configuración de la red y de la base de datos, de los desplegados gráficos, de los reportes y de los balances del Sistema de Control.

-**Dispositivos de historización a largo plazo.** Como complemento a los discos duros usados para el almacenamiento de información, se deberán recomendar y suministrar alguno de los últimos desarrollos, en dispositivos de Almacenamiento Masivo. Serán adecuados para el almacenamiento a largo término de datos para historización, ocurriendo en el Proceso y en el

Sistema, como mínimo durante un mes. Los discos duros deberán transferir diariamente todos los datos almacenados, al dispositivo de almacenamiento histórico. Tales registros deben quedar identificados con la fecha correspondiente. Los dispositivos de almacenamiento histórico (los cuales pueden ser CD, cintas DAT, etc), se suministrarán con todos los dispositivos, programas, documentos y licencias requeridos para esta operación.

6.1.1.3. Unidades de Control.

Estos dispositivos tienen la responsabilidad de realizar las acciones que permiten al proceso operar en condiciones normales, sin la interacción directa de los operadores, debiendo ser instaladas en los mismos gabinetes que las Interfases de Proceso, y teniendo la capacidad de comunicarse con todos los dispositivos inteligentes del Sistema, así como con otras Unidades de Control, ya sea para el almacenamiento y procesamiento de datos o para el despliegue de resultados.

Las Unidades de Control deben tener la capacidad de manejar los diferentes tipos de enfoques de Control Automático, que a continuación se indican:

- **Adquisición de datos.** El Sistema deberá ser provisto y tener la capacidad de recopilar, procesar matemáticamente y almacenar apropiadamente todas las variables que son interconectadas al Sistema tanto de entrada como de salida y resultados de los procesamientos internos, tales como salidas de control, puntos de ajuste, alarmas de proceso, alarmas del sistema, cambios por los operadores, cambios por los ingenieros y resultados de los cálculos matemáticos, entre otros.
- **Control Regulatorio.** Esta clase de control permite a la variable controlada seguir, y en su caso, igualar la referencia, vía el manejo apropiado de la variable manipulada, después de una variación en el punto de ajuste o bajo la presencia de un disturbio en el sistema de control. En este enfoque, las unidades de control deberán funcionar bajo los lineamientos de la Teoría Clásica del Control Automático, esto es, funciones de transferencia con el concepto de Entrada Única, Salida Única (SISO) ocurriendo en el dominio de la frecuencia.
- **Control Lógico/Secuencial.** Este enfoque del Control utiliza señales Lógicas o Discretas, esto es, señales que denotan la presencia o ausencia de una condición determinada de un proceso o dispositivo. La presencia de la condición referida deberá ser denotada como "1", la ausencia como "0". Este criterio es conocido como Lógica Positiva. Estas señales deberán ser operadas, combinadas o secuenciadas por medio de las funciones lógicas y bajo las reglas del álgebra booleana. El objetivo de la interrelación de las señales lógicas podrán ser los siguientes:

- Manejo de condiciones anormales del proceso.
- Modificación del modo de operación del proceso.
- Paro ordenado del proceso.

* **Control Avanzado de Bajo Nivel.** Este enfoque del Control Automático procura la obtención de la máxima productividad/eficiencia, con el mínimo de insumos requeridos, en la operación de un proceso de producción dado. Las funciones de Control Avanzado deberán seguir los lineamientos de la Teoría Moderna del Control Automático, que utiliza modelos con el concepto de Múltiples Entradas, Múltiples Salidas (MIMO) ocurriendo en el dominio del tiempo. Si las Unidades de Control no contarán con la capacidad de ejecutar funciones de Control Avanzado, se deberá disponer de un dispositivo alternativo.

El número de controladores deberá ser definido por el proveedor, considerando el número de funciones indicado en el sumario de Entradas/Salidas y Funciones, así como los porcentajes de reservas y redundancias requeridas.

6.1.1.5. Procesadores Auxiliares.

Estas unidades deberán suministrarse para realizar las funciones que no puedan ser ejecutadas por los controladores regulatorios. Los Procesadores Auxiliares deberán ser Configurables/Programados por medio de los Teclados de Ingeniería/Configuración en una estación de Ingeniería o bien por la Computadora de Proceso. En el caso de falla, el Control Avanzado deberá degradar la operación y el SCD deberá regresar al Control Regulatorio normal sin sobrepaso ni balance.

El Vendedor deberá informar a detalle acerca del Procesador Auxiliar lo siguiente:

- Capacidad de Memoria total (Mb).
- Velocidad de procesamiento (MHz).
- Longitud de palabra.
- Tipo de procesador.
- Requerimientos de instalación.
- Sistema Operativo.
- Lenguajes de Control.
- Lenguajes de Aplicación General.

6.1.1.5. Computadora de Proceso.

El SCD no deberá requerir una Computadora de Proceso para su Operación/Configuración y Mantenimiento normal del Sistema, esta computadora se

utilizara en el caso de tener aplicaciones de control avanzado de alto nivel, debiendo ser realizada la comunicación a través de un Protocolo de Alto Nivel, debiendo existir la capacidad de transmitir toda la información de las variables y parámetros de Proceso, así como el Punto de Ajuste y resultados de algoritmos de control del Subsistema de la Computadora de Proceso hacia el Sistema.

6.1.1.6 Fuentes de Poder.

Estas deben estar reguladas en voltaje y frecuencia, estando protegidas contra sobrecorrientes, la capacidad de las fuentes se definirá considerando que los dispositivos del Sistema deben trabajar al 70% de su capacidad cuando soporten todos los dispositivos del Sistema.

6.1.1.7. Sistemas de Fuerza Ininterrumpible.

Todos los dispositivos del Sistema deberán ser soportados por Sistemas de Fuerza Ininterrumpible. El suministro de energía debe ser de 220 VCA, 60 Hz, tres fases, con el objeto de mejorar la relación de transformación, escalación y filtraje, calculado para operar a un máximo de 70% de su capacidad en operación normal. El tiempo de respaldo debe ser por lo menos de 30 minutos, las baterías deberán ser adecuadas para su instalación en interiores.

6.1.1.8. Estructuras de Apoyo.

Las estructuras de apoyo deberán ser autosoportadas y deberán ser usadas para alojar los diferentes dispositivos que constituyen en SCD. Las estructuras deberán ser construidas de perfiles de acero, cubiertas por placas del mismo material (el vendedor deberá informar acerca del calibre de perfiles y placas), trabajadas en frío, pulidas y resanadas para evitar uniones y esquinas filosas. Las estructuras deberán ser terminadas con recubrimiento epóxico o de poliuretano, adecuado para soportar el uso normal y rayaduras. El color del acabado puede ser el estándar del vendedor, éste debe dar una muestra del color propuesto. Estas estructuras serán de los siguientes tipos:

- Consola del operador: alojará los siguientes elementos:
 - * Monitores.
 - * Teclados.
 - * Impresora.
 - * Videocopiador a color.
 - * Controladores del cursor.
 - * Dispositivos de Almacenamiento Masivo.

- * Fuentes de Poder

- Gabinetes: contendrá a los siguientes dispositivos:

- * Interfases de Proceso.
- * Unidades de Control.
- * Fuentes de Poder.
- * Interfases Máquina-Máquina.
- * Subsistema de comunicaciones locales.
- * Dispositivos no incluidos en las consolas.

6.1.2. Sistema de Comunicaciones.

Define todos los Dispositivos, Canales, Accesorios, Protocolos, Programas y Procedimientos requeridos para permitir la interconexión, y transferencia congruente de información entre todos los dispositivos inteligentes del Sistema de Control Distribuido. Los conceptos englobados por el Sistema de Comunicaciones son los siguientes:

- * Topología. Define la estructura con que los diferentes dispositivos usados en el Sistema están interconectados, debiendo ser esta estructura preferentemente lineal, presentando una redundancia doble.
- * Protocolos. Definen la estructura de los datos transmitidos y los convencionalismos utilizados para permitir la transmisión segura y congruente de la información utilizada entre dispositivos, del Sistema de Control Distribuido, siendo preferible seguir el modelo de siete niveles, como lo establece OSI/ISO.
- * Dispositivos Electrónicos. Cualquier componente electrónico de los Sistemas de Comunicaciones deberá ser redundante.
- * Especificaciones Generales. El Sistema de Comunicaciones interno deberá operar a menos del 70% de su capacidad nominal, cuando todos los componentes se encuentren operando y transmitiendo. La velocidad del sistema de comunicaciones deberá ser la requerida para satisfacer las condiciones establecidas.

6.1.3. Conceptos Generales.

Los siguientes conceptos generales deberán ser considerados por el diseño de los Sistemas de Control Distribuido:

- **Modularidad.** Los dispositivos, Circuitos Impresos, cables, conectores y estructuras de apoyo deberán tener un diseño integral/modular. Tal diseño modular debe incluir dimensiones, capacidad, acabado, colores, protocolos y suministros de los dispositivos, permitiendo una fácil intercambiabilidad de los Sistemas recomendados.
- **Flexibilidad.** El diseño de la Arquitectura y Topología del Sistema deberá ser adecuado para permitir la modificación o expansión del Sistema, sin alteración de la filosofía principal de éste.
- **Seguridad del Sistema.** El Sistema deberá tener los medios para detectar cualquier condición anormal, como señales fuera del rango, circuitos abiertos, fallas de instrumentación del campo, alarmas de diagnóstico del mismo Sistema, etc, ya sea en el Proceso o en el Sistema de Control Distribuido. Toda condición anormal detectada por el Sistema, deberá dar lugar a una alarma, debiendo ser visuales, audibles y mostradas en el monitor así como impresas en el momento que ocurran, almacenándose para su posterior despliegue y análisis.

6.2. Programas, Lenguajes y Procedimientos (Software).

El término "Software" incluye todos los Programas, Lenguajes, y Procedimientos necesarios para que los equipos que integran el Sistema de Control Distribuido se configuren, operen, reciban mantenimiento y se reparen. Los conceptos cubiertos por el Software para un Sistema de Control Distribuido son los siguientes:

1. Conceptos generales.
2. Programas de Librería.
3. Programas Especiales.

6.2.1. Conceptos generales.

El "Software" debe ser compatible, es decir, que los programas ofertados puedan ser usados, compartidos o sustituidos por otros programas más recientes, con la mínima o ninguna reducción en su capacidad funcional.

En cuanto a la flexibilidad, los programas del Sistema deberán ser fácilmente modificados, ampliados e interconectados con otros programas, con la mínima alteración de la subrutina principal del programa.

Respecto a la operatividad todos los Programas, Lenguajes y Procedimientos del Sistema de Control Distribuido deberán ser de uso sencillo y orientado a las funciones de Control de Procesos.

El "Software" debe ser confiable, es decir, deberá estar totalmente probado y deberá tener los medios para detectar cualquier falla en su funcionamiento.

6.2.2. Programas de Librería.

Incluye los Programas, Lenguajes y Procedimientos considerados básicos y necesarios para la puesta en funcionamiento, configuración, operación normal, mantenimiento y detección de fallas del Sistema de Control Distribuido.

Este término incluye los siguientes puntos:

1. Sistema Operativo.

Es una colección integrada de rutinas usadas para supervisar el secuenciamiento y procesamiento del Sistema de Control Distribuido. El Sistema Operativo deberá ejecutar así mismo, las funciones de depuración, control de Entradas/Salidas, conteo de máquina, compilación y asignación de memoria.

2. Configuración del Sistema.

Este término cubre todos los Programas y Procedimientos usados para definir la estructura de la red, definir tipo y características de los dispositivos de la misma, asignar terminales de Entrada/Salida, definir las estrategias de control y los parámetros de los circuitos de control, así como definir agrupamiento de puntos para operación e historización, entre otras funciones.

La configuración del Sistema deberá ser realizada en cualquier monitor de la consola, desde los teclados de Ingeniería /Configuración o estación de Ingeniería/Configuración de la misma y controladores del cursor.

El Lenguaje de Configuración deberá ser de uso sencillo, y dicha configuración deberá ser restringida vía clave de acceso y llave física de seguridad, siendo almacenada en los dispositivos apropiados.

Todas las estrategias de control deberán ser realizadas vía programación, no requiriendo ninguna modificación en el equipo o cableado.

3. Procesamiento de datos.

El Sistema de Control Distribuido deberá estar provisto con los medios necesarios para permitir el Procesamiento de los Datos almacenados por el Sistema, transmitidos por la instrumentación de campo o generados por el propio Sistema.

El Sistema deberá ejecutar las siguientes funciones:

- * **Elaboración de reportes.**
- * **Presentación de sumarios.**
- * **Elaboración de Balances.**

Además deberá tener la capacidad para realizar las siguientes funciones:

- * **Elaboración de Índices Estadísticos.**
- * **Procesamiento de Funciones Estadísticas.**
- * **Opciones del usuario.**

4. Representaciones visuales (Desplegados):

Los desplegados son la representación en los monitores del SCD de los diferentes resultados, y del procesamiento de los datos recibidos de la instrumentación en campo y de los dispositivos que constituyen el Sistema de Control Distribuido.

Los siguientes puntos deberán aparecer permanentemente en cualquier desplegado:

- * **Hora, Minuto y Segundo.**
- * **Fecha (Día, Mes y Año).**

Los Desplegados abajo indicados deberán tener la posibilidad de ser construidos en el Sistema.

- * **Desplegados de Vista General.**
- * **Desplegados de Grupo.**
- * **Desplegados de Circuitos de Control.**
- * **Desplegados de Grupos de Alarmas.**
- * **Desplegados de Sumarios de Alarmas.**
- * **Desplegados de Tendencias.**
- * **Gráficos Dinámicos.**
- * **Desplegados de Autoentonamiento de Circuitos de Control.**

6.2.3. Programas especiales.

El Sistema de Control Distribuido deberá permitir desarrollar y recibir Programas Especiales, requeridos para la optimización de los procesos vía Control Avanzado.

Los programas considerados para aplicación son los siguientes:

- * Simulación.
- * Control Avanzado.
- * Control de Optimización.
- * Control Gerencial.
- * Programa de Mantenimiento.

6.3. Servicios de Proveedor.

El Proveedor deberá proporcionar los siguientes servicios:

1. Capacitación.

El Proveedor deberá proporcionar cursos dirigidos al personal de operación, técnico y de ingeniería, para obtener las habilidades de configuración, mantenimiento y operación del Sistema debiendo ser impartidos en el lugar apropiado (las instalaciones del Proveedor o en la planta, según sea el caso), con impartición y documentación en idioma español.

2. Programación y configuración del sistema.

El proveedor deberá ser responsable de la configuración y programación del Sistema de Control Distribuido y el mismo deberá dar las facilidades necesarias para permitir al personal designado por el Cliente, supervisar la integración del Sistema, la Configuración del Sistema, la programación del procesamiento de datos y la construcción de los Desplegados Gráficos Dinámicos, requeridos para la operación normal de la planta.

3. Documentación.

Los documentos que serán entregados por el Cliente al Proveedor, para permitir la Configuración del Sistema, Programación del Procesamiento de Datos y construcción de los Desplegados, son los siguientes:

- * Sumario de señales de Entrada/Salida y Funciones.
- * Esquemas de Gráficos Dinámicos.

- * Diagramas Lógicos Detallados.
- * Diagramas de Funcionales de Circuitos de Control.
- * Diagramas de Tubería e Instrumentación.

4. Pruebas del Sistema.

Las pruebas FAT (Pruebas de Aceptación en Fábrica) serán realizadas para verificar el estado físico y funcional de cada uno de los componentes que integran al SCD, así como su aceptación para su embarque al sitio. Con lo anterior se procede a la instalación del mismo, iniciándose el funcionamiento y arranque del sistema, lo cual integra las pruebas de aceptación en sitio (SAT), con el mismo protocolo que las pruebas FAT.

Las pruebas de aceptación deberán ser como sigue:

- Con los sistemas totalmente interconectados.
- Las tarjetas y dispositivos del sistema se probarán por separado.
- Cada entrada, cada salida y cada Circuitos de Control Regulatorio y Lógico se probarán funcionalmente.
- Todos los módulos de programación deberán ser totalmente probados.

2. Mantenimiento del Sistema.

El Sistema deberá estar provisto con los siguientes niveles de autodiagnóstico:

- Autodiagnóstico en línea.
- Pruebas de rutina.
- Autodiagnóstico fuera de línea.

El autodiagnóstico en línea deberá ser aplicado a los siguientes conceptos:

- Circuitos.
- Dispositivos.
- Programas.
- Sistemas de Comunicaciones.

6.4. Confiabilidad y obsolescencia.

6.4.1 Confiabilidad.

Para asegurar la confiabilidad requerida del Sistema de Control Distribuido, se garantizarán por un término mínimo de doce meses todos los equipos, accesorios, programas y procedimientos de comunicación por parte del vendedor del Sistema.

Se deberán proporcionar las hojas de cálculo de la disponibilidad de los Sistemas, considerando todo el Sistema y los siguientes Subsistemas para cinco años de operación.

- Consola del operador.
- Interfases.
- Unidades de Almacenamiento Masivo.
- Unidades de Control.
- Sistema de Comunicaciones.
- Fuentes de Poder.
- Sistemas de Fuerza Ininterrumpible.
- Computadora de Proceso.

Con el objeto de asegurar que en caso de falla de alguna de las partes no se detenga el proceso, se consideran las redundancias como sigue:

Redundancia de 10:1 para

- Interfases de Entrada/Salida.
- Unidades de control.

Redundancia de 1:1 para

- Sistema de Comunicaciones.
- Unidades de almacenamiento masivo.

En caso de falla, el Soporte Técnico deberá estar disponible dentro de las siguientes doce o veinticuatro horas de la notificación, dependiendo del lugar de la instalación

En cualquier nivel de redundancia la transferencia deberá ser automática y el operador deberá ser alertado inmediatamente.

En caso de interrupción prolongada de la energía eléctrica, deberá ser factible cargar mediante un sólo comando toda la configuración y datos necesarios para reiniciar al Sistema a su operación normal.

6.4.2 Obsolescencia.

A la fecha de cotización el Sistema propuesto deberá tener al menos un año de haber salido al mercado.

El vendedor deberá garantizar que el Sistema cotizado no será obsoleto en un periodo de 10 años, dentro del cual deberá ser soportado totalmente por el fabricante.

Se deberá garantizar que el Sistema suministrado podrá actualizarse y ser totalmente compatible con los nuevos desarrollos de dispositivos y versiones de Programas, Lenguajes y Procedimientos que sean liberados al mercado.

Se establecerán políticas para asegurar que el Sistema suministrado podrá seguir actualizándose con los desarrollos de Equipo, Accesorios, Sistemas Operativos, Programación, Paquetes y Procedimientos disponibles después de la construcción y carga del Sistema.

6.5 Especificaciones dedicadas de un Sistema de Control Distribuido.

Como resultado del proceso de adquisición de un SCD, tomando como base la especificación antes descrita, se describirá en forma general la arquitectura de éste (ver fig 6-1).

6.5.1 Arquitectura

La arquitectura del Sistema de Control Distribuido adquirido se muestra en la figura anexa. El sistema se compone de dos subensambles: la Red de Control Local (LCN) y la Red de Control Universal (UCN), el LCN propuesto para el cuarto de control principal consiste de una consola de operación con tres estaciones universales (US's) y una estación universal (UxS), un teclado de ingeniería y tres de operación, una impresora con cubierta absorbente de ruido, una videocopiadora y un manejador de cartucho doble tipo Bernoulli de 20 Mb de capacidad. La consola también tiene un Módulo de Historia con 445 Mb en el disco duro, el que es redundante, un Módulo de Aplicación (AM) con el paquete de sintonización PID Looptune II, un Módulo de Interfase a la Computadora de Proceso (PLNM) y un Módulo de Archivo y Reclamo (ARM) que incluye una estación de trabajo. Para el cuarto satélite, se incluye un Módulo redundante de interfase a la Red Universal (NIM) y una Red de Control Universal (UCN) la que consiste de tres controladores APM redundantes.

6.5.1.1 Interfases.

El sistema incluye las siguientes interfases:

6.5.1.1.A Interfases Hombre-Máquina.

- Monitores. Los monitores son del tipo cromático de 19" (medidas diagonalmente) de alta resolución, antirreflejante. Para las US la resolución es de 640 x 480 pixeles, o mejor. El tiempo de respuesta al comando para presentar un nuevo desplegado es de 1/2 segundo para desplegados sencillos y no más de cinco segundos para desplegados muy densos. Los monitores son del tipo toque de pantalla (Touch Screen), adicionalmente el cursor en la pantalla es controlado por el teclado (flechas direccionales), para la UxS se cuenta además con "Trackball". El tiempo medio entre falla y falla de la estación universal incluyendo al TRC es de 1.5 años, aprox. Se tendrán cuatro monitores en una consola de acuerdo con la arquitectura indicada.
- Teclados. Los teclados de operación tienen construcción tipo membrana, permite el desencadenamiento de secuencias e invocación de desplegados gráficos, mediante el uso de teclas de función configurables. Se suministran 86 teclas de función configurable por teclado.

El teclado de Ingeniería/Configuración es del tipo ANSI extendido con 149 teclas adecuadas para el idioma español. Para la protección de este teclado y facilitar la operación de las estaciones, el teclado de Ingeniería/Configuración es intercambiable con todas las estaciones por medio de conectores adecuados.

El número y tipo de los teclados suministrados, están de acuerdo con lo siguiente:

- 4 teclados de operación por consola (uno por monitor/estación).
- 1 teclado de Ingeniería/Configuración por consola.

El Fabricante ofrece una estación universal X (UxS), que cumple con las dos funciones de operación e ingeniería, dando dos tipos de teclados, uno de operación y otro para funciones de ingeniería/manejo del sistema operativo UNIX.

- Impresoras. Además de las características indicadas en las especificaciones generales, es de mencionarse que el nivel máximo de ruido de la impresora es de 65 dB sin cubierta y 13 dB con cubierta absorbente de ruido, la cual es proporcionada por el fabricante. Además el fabricante deberá suministrar los consumibles y las partes sujetas a desgaste requeridas para un año de operación. El número de impresoras requeridas es de una, de acuerdo con la arquitectura.
- Videocopiador a color. El videocopiador es para uso intensivo, siendo su principio de operación la transferencia térmica de tinta en hojas, empleándose papel tamaño carta. El videocopiador que se proponga, debe transferir la imagen a ser copiada hacia un buffer, que tiene una capacidad de 3 Mb. El videocopiador es activado desde cualquier teclado de operación. El número de videocopiadores requeridos es de uno, de acuerdo con la arquitectura.
- Controladores del cursor. El cursor en las estaciones universales del sistema es controlado, ya sea por el teclado o por la función del toque de pantalla (Touch Screen), los cuales están diseñados para aplicaciones de uso industrial.

6.5.1.1.B Interfases Máquina-Máquina.

Tiene como función permitir la comunicación entre dispositivos externos con el SCD, para este sistema en particular no se requiere el uso de este tipo de Interfases.

El sistema propuesto requiere de un convertidor de protocolo (Gateway ó PCNM), para permitir la operación del subsistema de historización a largo termino.

6.5.1.1.C Interfases con el Proceso (I/O).

Los Manejadores Avanzados de Proceso (APM's) son montados en gabinetes estándar del fabricante, con acometida superior o inferior. Tales gabinetes tienen clasificación NEMA 1 de doble acceso. El número de gabinetes requeridos para alojar los APM's y los Ensamblajes para las Terminales de Campo (FTA's) se calculan basados en el conteo de señales de Entradas/Salidas con un 30% de reserva montado y 15% de espacio disponible para la(s) planta(s). Las interfases con el Proceso tienen indicación visual de su estado operativo. Se indica localmente en el gabinete por medio de LED's y a través de desplegados estándar, del estado operativo de la Estación Universal.

De acuerdo a lo establecido en las especificaciones generales, se cuenta con dos tipos de interfases de proceso: las interfases de señales desde el campo (Entradas) y las interfases de señales hacia el campo (Salidas), ambas a su vez se clasifican como procesadores con sus respectivos FTA's. En las tablas siguientes se muestran los totales de interfases en ambas plantas.

PLANTA PRIMARIA No.2

| TIPO DE SEÑAL | PROCESADORES | FTA's | PUNTOS EN PROCESADOR | PUNTOS EN FTA |
|-----------------------------------|--------------|-------|----------------------|---------------|
| ENTRADAS ANALÓGICAS DE ALTO NIVEL | 26 | 19 | 16 | 16 |
| ENTRADAS ANALÓGICAS DE BAJO NIVEL | 3 | 24 | 32 | 16 |
| ENTRADAS DIGITALES | 6 | 6 | 32 | 8 |
| SALIDAS ANALÓGICAS | 6 | 20 | 16 | 8 |
| SALIDAS DIGITALES | 11 | 11 | 16 | 16 |

PLANTA ALTO VACÍO No.2

| TIPO DE SEÑAL | PROCESADORES | FTA's | PUNTOS EN PROCESADOR | PUNTOS EN FTA |
|-----------------------------------|--------------|-------|----------------------|---------------|
| ENTRADAS ANALÓGICAS DE ALTO NIVEL | 12 | 10 | 16 | 16 |
| ENTRADAS ANALÓGICAS DE BAJO NIVEL | 6 | 12 | 32 | 16 |
| ENTRADAS DIGITALES | 5 | 5 | 32 | 32 |
| SALIDAS ANALÓGICAS | 7 | 8 | 16 | 8 |
| SALIDAS DIGITALES | 7 | 7 | 16 | 16 |

6.5.1.1.D Unidades de Almacenamiento Masivo.

El sistema propuesto ha sido provisto de los siguientes dispositivos de almacenamiento.

- **Medios Removibles.** El sistema deberá contar con discos flexibles de 1.2 Mb y cartuchos de 20 Mb de capacidad. El fabricante deberá proporcionar una doble manejadora de cartucho de 5¼" (Bernoulli) para cada consola. La doble manejadora de cartucho forma parte de la estación de operación universal, así mismo se proporciona una manejadora de discos flexibles de 5¼" HD.
- **Medios fijos.** El dispositivo para el almacenamiento masivo de información del sistema debe incluir una manejadora de disco duro, el cual es parte del Módulo de Historia, el cual a su vez se monta en la consola LCN. El Módulo de Historia propuesto proporciona una unidad Winchester redundante en el medio magnético. La capacidad mínima de los discos duros es de 445 Mb formateados.
- **Dispositivos Alternativos para Almacenamiento Masivo.** Se suministra el Módulo PCNM (Personal Computer Network Module) como complemento del Módulo de Historia. En este módulo se cuenta con un servidor de historización (RHS, Relational History Server) que cuenta con una capacidad de almacenamiento de 2 Gb.

6.5.1.1.E Unidades de Control.

Las Unidades de Control tienen la capacidad de comunicarse con todos los dispositivos inteligentes del sistema, así como con otras unidades de Control, ya sea para el almacenamiento de datos o para el despliegue de estados y resultados, sin saturar los canales de comunicación. Tales unidades de control se configuran desde las consolas del operador, desde una estación de Ingeniería/Configuración o bien, desde una computadora personal.

- Adquisición de Datos. El Fabricante debe informar si las unidades de control son capaces de ejecutar alguna clase de funciones de adquisición de datos, sin afectar la operación normal de los controladores.
- Control Regulatorio. El número de circuitos de control analógico regulatorio manejados por una unidad de control en estas plantas son como sigue:
- Control Lógico/Secuencial. El controlador Manejador Avanzado de Proceso (APM) propuesto puede desarrollar las funciones de control requeridas a través de algoritmos incluidos de control regulatorio y lógico, o por medio de programación con su lenguaje de control. El diseño de las estrategias de control deberá considerar las limitaciones en memoria y las velocidades de ejecución en el Manejador Avanzado de Proceso.

Los APM's poseen "Entradas Lógicas Virtuales" configurables para interrelacionar, al menos, dos entradas digitales, dos salidas digitales y dos comandos en una sola entidad, para facilitar la operación de los dispositivos tales como válvulas solenoides, arrancadores, etc.

6.5.1.1.F Fuentes de Poder. Las fuentes de poder son dos por gabinete con APM, con una capacidad tal que en caso de la falla de una, la otra es capaz de soportar todos los dispositivos del gabinete. Las fuentes trabajan a menos del 70% de su capacidad total cuando soporten todos los dispositivos conectados al gabinete. Cuentan con respaldo de baterías para que soporten toda la carga de los gabinetes por lo menos durante 30 minutos, incluyendo los cargadores necesarios para restituir la carga de las baterías en un lapso no mayor a cuatro horas.

6.5.1.1.G Sistemas de Fuerza Ininterrumpible. Los SFI de los APM e Interfaces Hombre-Máquina son adecuados para recibir un suministro de 220 VCA, 60 Hz, tres fases, con el objeto de manejar la relación de transformación y filtraje. Los SFI's de los NIM son para 120 VCA, 60 Hz, 1 fase. El tiempo de respaldo debe ser por lo menos de 30 minutos, las baterías deben ser adecuadas para su instalación en interiores.

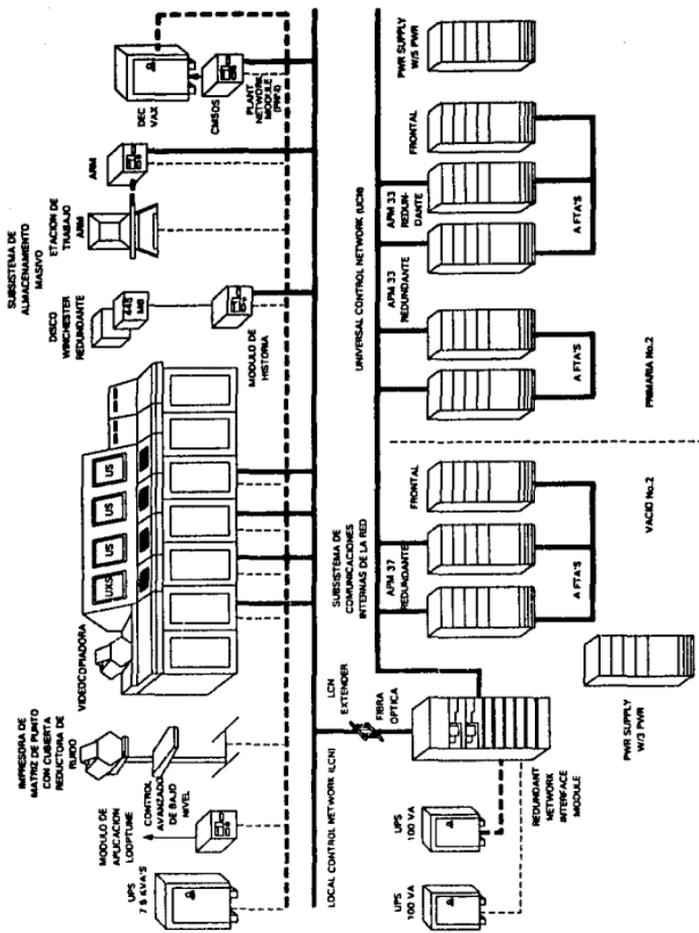


FIG. 6-1. DIAGRAMA DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO TDC-3000

CAPITULO VII

**MODIFICACION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL EXISTENTES Y
ADICION DE UN SISTEMA DE CONTROL AVANZADO**

CAPITULO VII.

MODIFICACION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL EXISTENTES Y ADICION DE UN SISTEMA DE CONTROL AVANZADO.

7.1. Modificación de Sistemas de Control Existentes.

Después de estudiar el desempeño de los Sistemas de Control de las plantas de Destilación Atmosférica No. 2 y de Destilación al Vacío No. 2, se ha determinado que se requieren realizar los siguientes cambios.

1. Automatización de los sistemas de soplado de hollín.

Los sopladores de hollín son equipos que permiten eliminar mediante chorros de vapor a presión, los residuos de la combustión en un calentador a fuego directo, que por lo general se encuentra en una mayor cantidad sobre la parte externa de los serpentines, teniendo como consecuencia una transferencia de calor inadecuada con el crudo, ocasionando que se requiera una mayor alimentación de combustible para la operación del calentador, y así mismo, una reducción en la eficiencia del calentador. Por lo general, se realiza el soplado de hollín una vez por día, actividad que implica que los operadores realicen una serie de maniobras que normalmente evitan o no se realizan adecuadamente.

El objetivo de automatizar la operación secuenciada desde el Sistema de Control Distribuido permitirá que se facilite el manejo de estos dispositivos, lográndose con esto que el soplado de los serpentines se efectúe con mayor frecuencia, aumentando así la eficiencia de los calentadores a fuego directo.

Por otra parte, al programa para el control de la operación de los sopladores de hollín se le incluyen provisiones para detectar la falla de alguno de estos dispositivos, facilitando su mantenimiento.

2. Automatización del control de oxígeno en los calentadores.

El Control de la relación aire/combustible de los calentadores a fuego directo, se efectuaba mediante el ajuste manual de las mamparas de las chimeneas de los calentadores, usando como referencia las mediciones del laboratorio (que se entregan mucho después de la toma de la muestra), o por el color del humo de los calentadores, procedimientos poco confiables, ocasionando que se tuvieran procesos de combustión poco eficientes debido a que normalmente no se obtenía la relación óptima, obteniendo, además, productos indeseables tales como CO y NOx.

Para solucionar lo anterior, el control de la relación aire/combustible se debe realizar mediante un controlador de exceso de oxígeno en el Sistema de Control Distribuido, que recibe su medición de la señal promediada de dos transmisores de concentración de tipo Óxido de Zirconio, con buenas características de precisión y confiabilidad. En este circuito de control, la manipulación de las mamparas la realiza un actuador de pistón neumático que asegura un posicionamiento preciso de éstas, permitiendo un control eficiente, que se refleja en un ahorro de combustibles.

3. Cambio de los circuitos de control local de las desaladoras al Sistema de Control Distribuido.

Para mejorar la supervisión y el control de nivel de las desaladoras, que se efectuaban en controles locales, se requiere monitorear y controlar tal nivel, directamente desde el Sistema de Control Distribuido, evitando así que el operario tenga que ir directamente a la desaladora para controlar dicho parámetro. En el proceso de modernización se sustituyen los controladores locales por controles en el Sistema de Control Distribuido, lo que permite un mucho mejor control y supervisión de los niveles de las desaladoras.

4. Cambios y adición de elementos primarios de medición de temperatura de los calentadores y de la torre atmosférica.

Con la finalidad de mejorar la repetibilidad y exactitud del control de temperatura de la línea de transfer de los calentadores a las torres de destilación atmosférica y al vacío, se sustituirán los termopares por detectores de temperatura de resistencia (RTD's), ya que por medio de estos últimos se obtiene mejor linealidad, aún en altas temperaturas y tienen una mejor exactitud. Las características especificadas para su adición al Sistema de Control Distribuido son:

- Resolución: 0.02% del valor máximo de rango.
- Repetibilidad: $\pm 0.05\%$ del valor máximo de rango.
- Error: $\pm 0.05\%$ del valor máximo de rango.

Con la sustitución de los elementos primarios se podrá tener un mejor control de los procesos de destilación en las torres, aumentando la calidad de los productos obtenidos.

7.2. Adición de un Sistema de Control Avanzado de Proceso.

Además de la modificación de los sistemas de control considerados, es necesario adicionar un Sistema de Control Avanzado de Proceso, tendiente a mejorar la operación y controlabilidad de un proceso.

La implantación del Sistema de Control Avanzado es necesaria en las circunstancias bajo las cuales el control PID no reconoce interacciones complejas de una variable o bien que el proceso sea no lineal, o que la calidad de los productos no se pueda mantener dentro, de los límites de especificación.

Al aplicar este tipo de Sistemas de Control se obtienen los siguientes beneficios:

1. Se le incorpora seguridad al proceso, junto con una reducción del consumo de energía.
2. Al ejercer este tipo de control con auxilio de equipo de cómputo, se tiene la posibilidad de verificar, al mismo tiempo que se ejerce una acción sobre algún equipo, las consecuencias ocasionadas sobre la variable en cuestión.
3. Se puede acceder una gran cantidad de información del proceso, por medio de los módulos de almacenamiento, historización y tendencias.
4. La recuperación de la inversión se realiza en un corto periodo de tiempo.

El objetivo de implantar un Sistema de Control Avanzado en las plantas de Destilación Atmosférica y al Vacío en Salina Cruz, Oaxaca es minimizar el consumo y maximizar el rendimiento de combustible de dichas plantas, así como asegurar su eficiencia en la obtención de los productos de las mismas.

7.2.1 Fases de la aplicación de un Sistema de Control Avanzado.

La aplicación del Sistema de Control Avanzado se realizará en las siguientes fases:

Fase 1. Diseño Funcional.

Incluye el análisis del proceso y desarrollo del diseño del control. Se evalúan todos los controles existentes, se revisan los requerimientos de instrumentación, computadora de proceso, requerimientos de la configuración de Sistemas de Control Distribuido y se emite un reporte.

Fase 2. Diseño Detallado.

En esta fase se realiza la ingeniería de detalle referida en el diseño funcional. Esto incluye el diseño de las aplicaciones del Control Avanzado, los cálculos de soporte y un reporte del diseño detallado para las aplicaciones del Control Avanzado.

Fase 3. Integración.

Las aplicaciones del Control desarrolladas durante la fase de diseño detallado serán programados en la computadora de proceso. Así mismo, se realizarán todos los reportes y desplegados gráficos correspondientes.

Fase 4. Comisionamiento.

Esta fase tiene lugar en la refinería e incluye lo siguiente:

- Integración de las aplicaciones de control a las plantas disponibles.
- Prueba de los módulos de todas las aplicaciones.
- Integración con la instrumentación viva.
- Comisionamiento y entonamiento de las aplicaciones de Control Avanzado.
- Demostración y capacitación.
- Entrega de la documentación del Sistema.

Fase 5. Soporte Post-Instalación.

Incluye soporte telefónico ilimitado, diagnóstico y corrección de errores. La verificación de las estrategias de Control Avanzado se realizarán durante la primera semana. La post-instalación comenzará después de que la fase de comisionamiento sea completada.

La filosofía de las estrategias de Control Avanzado, es la de operar las unidades lo más económicamente posible, mientras se mantiene la estabilidad y controlabilidad del proceso así como de la calidad del producto. Las funciones del Control Avanzado son diseñadas para asistir al operador mediante una mejor regulación de las variables en rangos más amplios así como permitir una operación más uniforme de la planta.

Otro objetivo del Control Avanzado es estabilizar la operación de la planta. Las aplicaciones contribuirán para este objetivo por medio del aislamiento y reducción del efecto de los disturbios. Los controles en este estudio que permitirán lograr este objetivo incluyen:

- Controladores retroalimentados.
- Controladores no lineales de nivel.
- Controladores de prealimentación.

A continuación se describirán los módulos considerados para cada planta.

7.3 Sistema de Control Avanzado en la planta de Destilación Atmosférica.

De acuerdo con lo establecido en la descripción del proceso (capítulo 3), la planta de Destilación atmosférica produce:

- Gas combustible.
- Nafta ligera.
- Nafta pesada.
- Turbosina.
- Kerosina.
- Diesel.
- Gasóleo.
- Crudo reducido.

El Sistema de Control debe asistir al operador del proceso para satisfacer las especificaciones mientras se mantienen eficientemente las condiciones de operación de la planta. Los objetivos de control y operación son los siguientes:

El objetivo de esta estrategia es optimizar el exceso de oxígeno en cada calentador para maximizar su eficiencia.

Se controlará el exceso de oxígeno en la sección de convección de los calentadores V-BA-1 y V-BA-2,ajustando el aire en cada mampara.

Al aplicar el control sobre el oxígeno en los calentadores, se garantizará que se reducirá la formación de productos indeseables, tales como CO y NOx, principalmente.

Los límites de la velocidad de cambio y las posiciones máxima/mínima de las mamparas serán respetados. Esta estrategia tendrá la tendencia a reducir el exceso de oxígeno y mejorar la eficiencia de los calentadores. Los dos analizadores de oxígeno en la sección combinada de convección proveerán de retroalimentación a este circuito de control.

- Controlar la calidad de los productos fuera de especificación.

- Maximizar la separación entre fracciones adyacentes.
- Minimizar la presión de las torres para mejorar los rendimientos energéticos.

7.3.1 Estrategias de Control Avanzado en la planta de Destilación Atmosférica.

a) Control multivariable de capacidad de la torre de destilación atmosférica.

Por medio de esta estrategia se pretende:

- Obtener la velocidad de alimentación y despunte en puntos de ajuste óptimos, sin exceder las restricciones de la unidad.
- Maximizar la recuperación de calor de los reflujo.
- Minimizar la presión en la torre atmosférica para reducir los costos de operación.

Se empleará un controlador multivariable que manipule las variables de operación clave que afectan el desempeño de la torre de destilación atmosférica, como son la velocidad del crudo de carga, temperatura de salida del calentador, presión de la torre, así como los reflujo en los domos y las partes medias. Así mismo, este controlador es requerido para realizar el manejo de interacciones complejas, tiempos muertos y tiempos de respuesta para la torre de destilación atmosférica.

Es necesario mencionar que la velocidad de alimentación del crudo debe ser tal que permita la formación requerida de productos ligeros, ya que a una velocidad lenta la producción de ligeros es mayor, mientras que a una alta velocidad no existe vaporización del crudo, y por tanto, la formación de ligeros es mínima. Por otra parte, la presión de la torre es manipulada para minimizarla, con el propósito de mejorar la eficiencia de la separación, lo cual permite obtener productos dentro de las especificaciones requeridas, además de permitir una reducción en la temperatura de la torre, lo que permite reducir el consumo de energéticos y agua de enfriamiento para este mismo equipo.

Los reflujo son manipulados para maximizar la recuperación de calor, y propiciar que los productos se encuentren dentro de las especificaciones establecidas, además de permitir un ahorro de energía en el calentador.

b) Control multivariable de calidad de la torre de destilación atmosférica.

Esta estrategia permite mantener la calidad de los productos en valores previamente establecidos, realizándose este control de calidad en dos niveles:

- Control multivariable de calidad .
- Control de naftas, turbosina, kerosina, diesel y gasóleo.

Para este propósito se empleará un control de calidad multivariable de composición, que considerará dos tipos de variables, siendo unas controladas y otras manipuladas. Las variables controladas corresponden a las composiciones de cada producto, mientras que las variables manipuladas serán: reflujos de naftas, flujo de turbosina, flujo de kerosina, flujo de diesel, flujo de gasóleo y la temperatura en los domos de la torre de destilación atmosférica.

En este caso, las variables controladas reciben este nombre debido a que esta estrategia busca mantener los productos dentro de cierta composición, la que será controlada constantemente de acuerdo con los flujos de cada producto, así como con la temperatura de los domos de la torre.

Las variables manipuladas son susceptibles de ejercer sobre ellas determinadas variaciones, siendo la principal el control ejercido sobre los flujos de los productos, con el propósito de que las composiciones de cada uno de ellos sea el requerido, haciendo más eficiente la operación.

Las variables controladas serán inferidas del punto final de ebullición de naftas, del punto final de congelación de la turbosina, del punto final de ebullición de la kerosina, del punto al 90% de diesel y del 5% de gasóleo. Estas variables serán calculadas en línea y se confirmarán en el laboratorio de análisis.

La función del controlador será sostener los límites máximos y mínimos en sus salidas, asociadas con cada una de las variables manipuladas.

c) Control de la relación vapor/producto de la torre de destilación atmosférica.

Por medio de esta estrategia se pretende mantener la relación entre el vapor de arrastre y la velocidad de flujo del producto en valores especificados.

Esta relación es importante mantenerla en un valor óptimo, ya que si el vapor de arrastre adquiere un valor mayor al deseado, propiciará que este vapor arrastre los productos ligeros, conservando los productos pesados, mientras que si disminuye esta velocidad, no se podrá realizar la extracción

de los productos ligeros; en ambos casos los productos salen de los límites de especificación.

La velocidad del flujo de vapor en la entrada del fraccionador será ajustada para mantener la relación deseada de vapor/producto, efectuándose mediante un controlador de relación en el Sistema de Control Distribuido.

Esto será aplicado a los siguientes productos: kerosina, diesel, gasóleo y crudo reducido; en el caso de este último la relación de alimentación del flujo de vapor se realizará con los fondos de la torre.

d) Control no lineal de los fondos de la torre de destilación atmosférica.

El objetivo de esta estrategia es estabilizar la velocidad de alimentación del flujo de crudo, en un valor constante a la torre de vacío, mediante la utilización de un controlador no lineal en el SCD.

Al mencionar que la velocidad de flujo debe ser constante, no significa que se deba mantener estrictamente un valor determinado de ésta, sino que se permiten variaciones dentro de límites especificados de esta velocidad.

Manteniendo dentro de especificaciones la velocidad de alimentación del crudo, se asegura que la torre V-DA-1 esté operando bajo condiciones controladas.

e) Control del balance de temperatura de paso del calentador a la torre de destilación atmosférica.

Una vez que el crudo se encuentra en la torre de destilación atmosférica, será sometido a una separación de componentes, que variará de acuerdo a los puntos de ebullición de cada componente.

Si el crudo entra a una temperatura alta, o bien a una baja temperatura, no se permitirá que los productos ligeros tengan un corte bien definido, y por tanto, los productos se obtendrían fuera de especificación.

Al controlar adecuadamente la temperatura de los calentadores, se pueden obtener dos beneficios básicos directamente sobre los calentadores:

1. Se disminuyen los costos por energéticos, ya que al mantener estable la operación del calentador, se suministrará sólo la cantidad necesaria de combustible para el funcionamiento del calentador, teniendo como consecuencia un incremento en la eficiencia del calentador.

2. Se evita que los serpentines tengan problemas por erosión, sobre calentamiento y coquización en los serpentines, permitiendo que la transferencia de calor se realice correctamente, optimizando el funcionamiento de éstos.

La velocidad del flujo de crudo a través de cada uno de los serpentines será ajustada para balancear la temperatura de salida de todos los serpentines. Se permitirá que el nivel de la torre varíe dentro de los límites especificados, para enviar un flujo estable de crudo hacia la torre

f) Control de oxígeno en los calentadores A-BA-1, A-BA-2 y A-BA-51.

El objetivo de esta estrategia es optimizar el exceso de oxígeno en cada calentador para maximizar su eficiencia.

Si se presenta deficiencia de oxígeno se formará CO y se tendrán combustibles sin quemar, lo que propiciará atmósferas explosivas. Por otro lado si se tiene exceso de aire, se reducirá la eficiencia de la combustión y se producirán NOx

Se controlará el exceso de oxígeno en la sección de convección de los calentadores A-BA-1, A-BA-2 y A-BA-51, ajustando el aire en cada mampara.

Al aplicar el control sobre el oxígeno en los calentadores, se garantizará que se reducirá la formación de productos indeseables, tales como CO y NOx, principalmente. Los límites de la velocidad de cambio y las posiciones máxima/mínima de las mamparas serán respetados. Esta estrategia reducirá el exceso de oxígeno y mejorará la eficiencia de los calentadores. Los dos analizadores de oxígeno en la sección combinada de convección proveerán de retroalimentación a este circuito de control.

7.4 Sistema de Control Avanzado en la Planta de Destilación al Vacío.

De acuerdo con lo establecido en la descripción del proceso (capítulo 3), la unidad de destilación al vacío produce:

- Gas de refinería
- Gasóleo ligero de alto vacío.
- Gasóleo pesado de alto vacío.
- Residuo de alto vacío.

El Sistema de Control Avanzado debe asistir al operador del proceso para satisfacer las especificaciones mientras se mantienen eficientemente las condiciones de operación de la planta. Los objetivos del control y operación son los siguientes:

- Maximizar la producción mientras se mantiene la calidad de los productos, en los valores especificados.
- Minimizar la temperatura en la parte superior de la torre para maximizar la condensación.
- Incrementar la estabilidad y confiabilidad de la planta.
- Maximizar la recuperación de calor de las corrientes de proceso y reducir el consumo de energía.
- Maximizar la recuperación de gasóleo ligero y gasóleo pesado de alto vacío.
- Minimizar la producción de residuos.

7.4.1 Estrategias de Control Avanzado en la Planta de Destilación al Vacío.

a) Control multivariable.

Este tipo de control se emplea en aquellas partes del proceso donde se manejan varias variables interactuantes con no linealidades y tiempos muertos considerables, y se hace necesario obtener en valores preestablecidos una o algunas de esas variables para asegurar la calidad del producto y la seguridad del proceso.

Para esta planta, se utilizará este tipo de control en los siguientes aspectos:

1. Control de balance de temperatura del paso del calentador a la salida.
2. Control de temperatura en la zona de vaporización.
3. Control de minimización de la temperatura en los domos de la Torre de Destilación al Vacío.
4. Control de los puntos finales del proceso.

Esta estrategia se realizará en dos niveles:

El primer nivel controla:

- Inferencia de los puntos finales de cada producto.
- Temperatura en la zona de vaporización.
- Balance de temperatura del paso del calentador a la salida.

Esto es realizado por el operario, quien debe conocer las restricciones de la unidad.

El segundo nivel se encuentra residente en el control regulatorio del SCD TDC-3000.

En esta estrategia se identifican dos tipos de variables, que son las variables controladas y las variables manipuladas, cada una de las cuales se menciona a continuación:

1. Variables controladas:

- Gasóleo ligero al 90%
- Gasóleo pesado al 90%
- Residuo al 5%
- Incrementos de temperatura en el paso del calentador.
- Promedios de temperatura a la salida de los calentadores en el momento que la temperatura de la zona de vaporización se encuentra en los límites de aceptación.

2. Variables manipuladas:

- Temperatura en la salida de los calentadores.
- Flujo de alimentación en cada paso del calentador.
- Flujo de gasóleo ligero.
- Flujo de gasóleo pesado.

A continuación se describen las partes en las cuales se aplicará esta estrategia:

a.1) Control de balance de temperatura del paso del calentador a la salida.

En este punto se pretende:

- Balancear las temperaturas de paso del calentador a la salida.
- Maximizar la transferencia de calor.
- Mejorar la eficiencia del calentador.

Esto se encuentra directamente relacionado con el desempeño de los serpentines de los calentadores, ya que de las condiciones en que se encuentren será la manera en que se realice la transferencia de calor; lo anterior trae como consecuencia que se aplique el control sobre la temperatura

de funcionamiento del calentador, permitiendo además disminuir la cantidad de combustible haciendo que la eficiencia del calentador se incremente.

El control de balance de temperatura a la salida del calentador de crudo ajusta los controladores del flujo de alimentación al calentador. Para cada paso, el ajuste de relación de paso es manipulado para llevar la temperatura de salida hacia el promedio de temperaturas de todos los pasos.

a.2) Control de temperatura en la zona de vaporización.

Al controlar la temperatura en la zona de vaporización de la torre de destilación al vacío, prácticamente se está garantizando que los productos se encontrarán dentro de las especificaciones requeridas, ya que al someter cada uno de los flujos de los componentes a una temperatura determinada, se varía la composición de cada uno de los productos, y ello hace necesario que se retroalimente un control sobre tal temperatura.

a.3) Control de minimización de temperatura en los domos de la Torre de Destilación al Vacío.

Es importante aplicar este control sobre la temperatura en los domos de la Torre de Destilación al Vacío, ya que al tener una temperatura muy alta en esta zona, la condensación es cada vez menor, y por tanto, el consumo de energía es mayor. Es por ello que se requiere minimizar la temperatura en esta zona, para garantizar la maximización en la condensación y disminuir el consumo de energéticos en los calentadores, además de la disminución en el consumo de agua en el condensador.

a.4) Control de los puntos finales de los procesos.

Para asegurar que los productos a obtener se encuentren en los valores previamente especificados, es necesario controlar los reflujos de la torre de cada uno de los componentes, de tal manera que junto con el control de temperatura se obtengan cada una de las fracciones con su correspondiente composición, los cuales son los siguientes: gasóleo ligero y pesado al 90%, mientras que el residuo se controla al 5% (estos porcentajes son respecto a su punto de condensación). El control de la variable para la calidad del producto puede calcularse en línea.

b) Control de oxígeno en los calentadores V-BA-1 y V-BA-2.

El objetivo de esta estrategia es optimizar el exceso de oxígeno en cada calentador para maximizar su eficiencia.

Si se presenta deficiencia de oxígeno se formará CO y se tendrán combustibles sin quemar, lo que propiciará atmósferas explosivas. Por otro lado si se tiene exceso de aire, se reducirá la eficiencia de la combustión y se producirán NOx

Se controlará el exceso de oxígeno en la sección de convección de los calentadores V-BA-1 y V-BA-2, ajustando el aire en cada mampara.

Al aplicar el control sobre el oxígeno en los calentadores, se garantizará que se reducirá la formación de productos indeseables, tales como CO y NOx, principalmente. Los límites de la velocidad de cambio y las posiciones máxima/mínima de las mamparas serán respetados. Esta estrategia reducirá el exceso de oxígeno y mejorará la eficiencia de los calentadores. Los dos analizadores de oxígeno en la sección combinada de convección proveerán de retroalimentación a este circuito de control.

CAPITULO VIII

SISTEMAS AUXILIARES E INTERCONEXION DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

CAPITULO VIII

SISTEMAS AUXILIARES E INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.

La centralización de las operaciones de la planta también centralizan los riesgos, debido a que el Cuarto de Control Satélite se localiza dentro del área de la planta, su construcción es sin ventanas y resistente a ondas de choque producidas por explosiones.

El riesgo a proteger en los cuartos de Cuarto Central y en el Cuarto de Control Satélite correspondiente a la(s) planta(s) que se controle(n). En todas estas áreas se mantiene una temperatura de 23°C mediante un acondicionador de aire, también en el diseño de sistemas e instalación se incluye un sistema automático para detección y control de fuego mediante inundación total con CO₂ en el cuarto satélite de gabinetes, además de que en las mismas se cuenta con un piso falso aterrizado a la red de tierras con suficiente altura para instalar soportes para cable tipo charolas y para comunicarse con otras áreas de piso falso y dar cabida a los cables y fibras ópticas para entrada y salida de señales.

Los requerimientos de alimentación eléctrica en cuarto de control es para el Sistema de Control Distribuido mediante un conexionado a gabinetes que a su vez recibe alimentación eléctrica en todos los dispositivos e instrumentos involucrados, los cuales son considerados en base a la capacidad requerida en la planta.

Por la importancia que los sistemas auxiliares tienen en el Cuarto de Control, a continuación se revisarán con más detalle estos sistemas los que son:

- Aire Acondicionado.
- Iluminación.
- Piso Falso.
- Sistema Contra Incendio.
- Sistema de Interconexión.

8.1. AIRE ACONDICIONADO

Las condiciones ambientales para la instalación de los instrumentos y control se deberá adecuar al tipo de requerimientos de operación de los equipos.

De acuerdo con la norma S71.01 de la ISA se clasifican cuatro tipos de ambientes para Sistemas de Control, que son los siguientes:

Clasificación A. Aire Acondicionado.

En esta clasificación, se considera aire acondicionado con temperatura y humedad relativa controladas. Generalmente se requiere en equipos electrónicos y de cómputo.

Clasificación B. Temperatura Controlada en Interiores.

En esta clasificación, la temperatura es controlada pero la humedad relativa no. Generalmente se requiere una operación continua como la encontrada en tiendas y ocasionalmente en transportación.

Clasificación C. Casetas de Resguardo o Cobertizos.

En esta clasificación, los dispositivos no están expuestos directamente a los elementos climatológicos como la radiación solar, lluvia, viento y otras precipitaciones. Pero no se considera el control de temperatura ni de humedad.

Clasificación D. Exteriores.

Esta clasificación, se tiene donde no se requiere protección contra las condiciones del ambiente. El equipo esta expuesto a los cambios severos de las condiciones ambientales de la intemperie.

De acuerdo con la clasificación anterior, se concluye que el tipo de condiciones ambientales para los Sistemas de Control Distribuido (SCD), deberá ser de acuerdo con la clasificación A, esto es aire acondicionado con temperatura y humedad controlada.

Por lo que a continuación se describirán los principales conceptos involucrados en estas definiciones.

El aire contiene normalmente muchas impurezas como gases, sólidos, polvos, etcétera dependiendo del lugar de procedencia ya sea a nivel del mar, zonas urbanas, zonas industriales o zonas montañosas que llevan consigo algunas impurezas.

El aire contiene por lo general los siguientes componentes:

| GASES | % | IMPUREZAS |
|--------------------|-------|-------------------|
| Nitrógeno | 78.03 | Humos de sulfuros |
| Oxígeno | 20.99 | Humos de ácidos |
| Argón | 0.94 | CO ₂ |
| Blóxido de carbono | | Poivos |
| Hidrógeno | todos | Cenizas |
| Xenón | 0.01 | Minerales |
| Kriptón | | Vegetales |
| Otros | | Animales |
| | | Microorganismos |

Acondicionamiento del Aire.

Acondicionar el aire es controlar su temperatura, humedad, distribución y pureza. Su objetivo es procurar la comodidad de los ocupantes de los Cuartos de Control y aumentar la vida útil de los equipos de control involucrados, manteniendo bajas las temperaturas de los recintos para mantener los valores de operación de los circuitos electrónicos, aumentando así su vida útil, además de evitar que el equipo se contamine y sufra un desgaste prematuro o corrosión. En las áreas de control se mantiene una temperatura de 23°C mediante el acondicionamiento de aire, que normalmente es del tipo recirculación por medio de ductos con aislamiento térmico, los cuales no son visibles. Los ductos de aire acondicionado pasan a través del falso plafón y el aire se expulsa a través de las rejillas de estos ductos.

Las fallas en el sistema de aire acondicionado se indican a través de las mediciones de la presión diferencial a la salida de la unidad manejadora de aire, que para este caso es de tipo unizona, el cual usa gas no tóxico como medio refrigerante.

Confort y Condiciones de Operación.

Los factores que influyen en la comodidad de las personas bajo el punto de vista del aire acondicionado son los siguientes:

- Temperatura del aire. Si no hubiera control de la temperatura, la vida sería imposible. Por esto, el control artificial de la temperatura dentro de un espacio cerrado fue el primer intento por lograr la "comodidad humana" y permitir un óptimo desempeño de sus funciones.

Cuando se requiere enfriar un espacio, el aire de suministro debe tener una temperatura menor que la del espacio por acondicionar, de tal modo que la ganancia de calor del aire sea igual a la ganancia de calor del espacio, la cual se deberá, por ejemplo, al calor conducido a través de techos, pisos, paredes, calor debido a las personas, calor debido a infiltraciones, etcétera. Obviamente que mientras menor sea la temperatura de entrada del aire,

menor cantidad de aire se requerirá y su elección depende de varios factores como son dimensiones de espacio, altura de techos, actividad de los ocupantes, etcétera.

b) Humedad del aire. Gran parte del calor del cuerpo humano se pierde por evaporación a través de la piel, debido a la baja humedad relativa del aire; mientras que las altas humedades la retarda produciendo no solamente reacciones fisiológicas molestas además de afectar las propiedades de algunos materiales.

Debido a que la medición de la humedad se efectúa de manera relativa, se definen los siguientes conceptos.

I) Humedad absoluta: se le llama al peso de vapor de agua expresado en libras o gramos por cada pie cúbico de espacio.

II) Humedad específica: se llama al peso de vapor de agua expresado el libras o gramos por libra de aire seco.

III) Humedad relativa: se define como la relación de la presión parcial de vapor en el aire con la presión de saturación del vapor correspondiente a la temperatura existente.

Variación de la humedad relativa.

La humedad relativa se puede aumentar de las siguientes formas:

1. Reduciendo la temperatura, sin variar la humedad absoluta.
2. Aumentando la humedad absoluta sin variar la temperatura

y a su vez se puede disminuir aplicando la operación inversa.

c) Movimiento del aire. El movimiento del aire sobre el cuerpo humano incrementa la pérdida de calor y humedad, además modifica la sensación de frío o calor producida por una sensación de "chiflón" agradable o desagradable.

d) Pureza del aire. La composición química y física del aire es muy importante, poco interesa que aumente el CO_2 o que disminuya el oxígeno debido a la combustión fisiológica, ya que con poca ventilación se resuelve el problema. La nulificación de olores o contaminantes requiere, sin embargo, mucha ventilación o bien, la purificación del aire por medio de algún recurso artificial. Nulificar partículas sólidas en el aire es de vital importancia no sólo para la salud, sino porque disminuye los gastos de limpieza y mantenimiento de los equipos

8.2. ILUMINACIÓN

El alumbrado en todo el cuarto de control central es normalmente de tipo fluorescente o del tipo combinado, es decir, con una banda luminosa del tipo fluorescente. La primera se utiliza para un control continuo por cada sala para oscurecer/abrilantiar toda el área de las salas y así satisfacer los diferentes requerimientos de intensidad luminosa durante el día y la noche. Para realizar este control se utilizan dispositivos de estado sólido.

Los niveles de luminosidad recomendados, medidos a 76 cm. del piso son:

| | |
|----------------------------|----------------|
| Cuarto de equipo principal | 500 luxes máx. |
| Otros cuartos | 600 luxes máx. |
| Pasillos | 200 luxes máx. |

Se deberá cuidar que la distribución de las luminarias evite que se produzcan reflejos sobre los monitores del Sistema de Control Distribuido (SCD), procurando que el nivel de luminosidad en las áreas circundantes a las consolas sea de 100 luxes.

Iluminación de Emergencia

El alumbrado de emergencia es del tipo fluorescente o incandescente, totalmente automático a falla de energía. Los dispositivos de iluminación de energía cuentan con un sistema de fuerza ininterrumpible cada uno, con capacidad de respaldo de 30 min.

Este alumbrado de emergencia es diseñado para dar visibilidad cuando falla el sistema de iluminación normal, al corredor central, oficinas y principalmente a las salas de control, cuarto de computadoras, gabinetes, baterías, cuarto de máquinas, rutas de salida, etcétera.

8.3. PISO FALSO

A fin de facilitar la instalación e interconexión del SCD, todas las áreas en las que se instalen los diferentes dispositivos de estos SCD's, requieren que se coloquen sobre la superficie conocida como "piso falso" , que no es otra cosa que un plafón suspendido a una cierta altura del firme de los Cuartos de Control, mediante una soportería especial.

El piso falso esta constituido de secciones cuadradas de aproximadamente 60 cm de lado y 2.7 cm de sección, constituida de diversos materiales (Figura 8-1), que conjuntamente con el ensamble de los soportes le confiere a la superficie del piso falso las siguientes características:

- Amortiguante de vibraciones
- Ser Antiestática
- Ser Antiderrapante
- Ser Nivelable
- Ser Antiflama

La estructura de la soportería del piso falso (Figura 8-2), esta constituida de soportes verticales de aluminio y travesaños desmontables de lámina galvanizada, lo que permite la fácil remoción de las secciones del piso, para así instalar y dar mantenimiento al cableado que se coloca debajo de este piso, para el suministro de potencia, el sistema de tierras, los canales de comunicaciones, así como el sistema contra incendio.

La altura del piso falso desde el firme, normalmente es de 40 a 60 cm y la resistencia a las cargas estáticas es de aproximadamente 900 kg/m².

La estructura de soportes deberá incluir los herrajes necesarios para la instalación de escalones en los accesos, además se deberá interconectar esta estructura al sistema de tierras general del edificio. Para evitar la humedad y producción de polvo en el interior del piso falso se deberá aplicar un sellador de poro de color transparente.

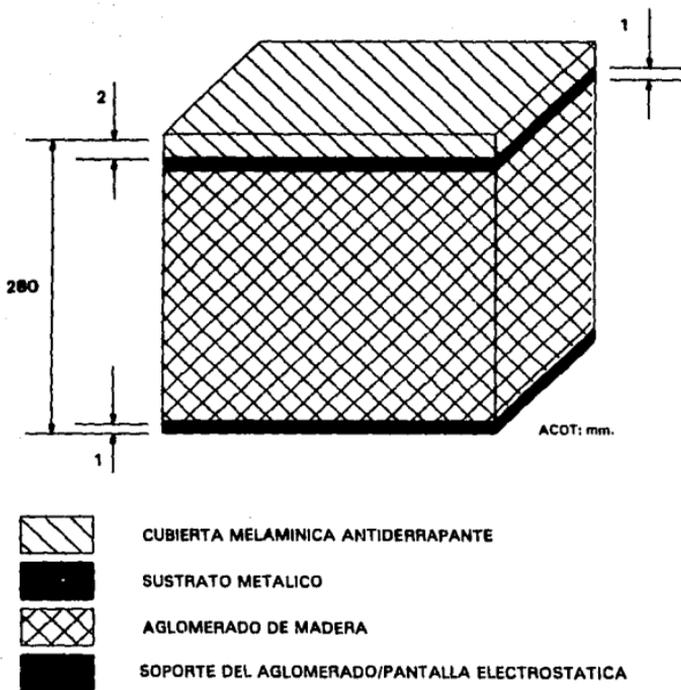


FIG. 8-1. ESTRUCTURA DEL PISO FALSO

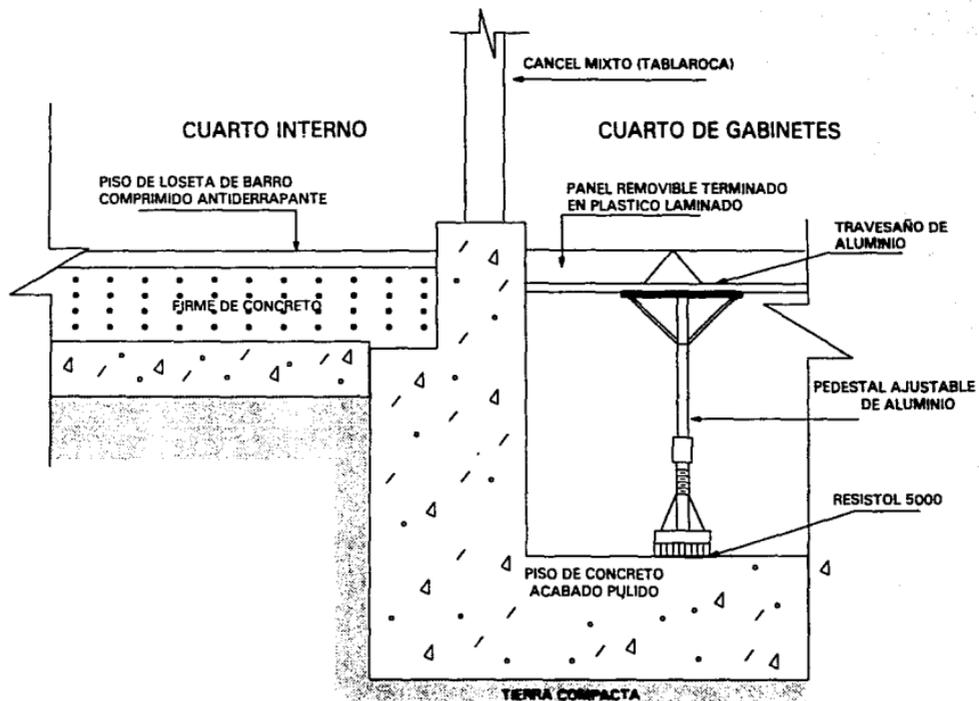


FIG. 8-2. DETALLE CONSTRUCCION DEL PISO FALSO

8.4. SISTEMA CONTRA INCENDIO

Todas las instalaciones donde se ubiquen los dispositivos de control de las plantas de proceso, requieren ser protegidas contra posibles incendios, a fin de asegurar en cualquier momento la correcta operación de estas plantas. Procurando mantener la integridad de los Sistemas de Control.

La protección detecta el fuego en su etapa inicial y lo ataca en forma masiva para extinguirlo en el menor tiempo posible, y con la intención de evitar, o reducir al mínimo los daños al equipo, así como el tiempo en que se interrumpa el servicio de las instalaciones protegidas.

El riesgo a proteger está localizado principalmente en un cuarto de control central o un cuarto satélite correspondiente a la(s) planta(s) que se controle(n). En todas estas áreas se mantiene una temperatura de 23°C, mediante un acondicionador de aire de tipo recirculación, además de que en las mismas se cuenta con un sistema automático de protección, detección y extinción contra incendio mediante inundación total con CO₂ en el cuarto satélite de gabinetes debajo del piso falso, cuartos auxiliares y cuarto de control central.

8.5 INTERCONEXION DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO.

En esta sección se analizará la forma en que el Sistema de Control Distribuido (SCD) es interconectado con otros sistemas y otros dispositivos para transmitir las señales de control de y hacia la instrumentación de campo, así como para su protección y energizado, lo cual es necesario para obtener un óptimo desempeño de los SCD's.

8.5.1 Interconexión del Sistema de Control Distribuido.

La interconexión del Sistema de Control Distribuido en la planta de Destilación Atmosférica y al Vacío No. 2 se lleva a cabo siguiendo el modelo de Sistemas de Interconexión, el cual se muestra en la figura No. 8-3, el cual comprende tres aspectos básicamente: **Suministro de fuerza**, que permite la energización del Sistema y comprende desde el suministro de la energía eléctrica hasta la entrega de esta energía a los dispositivos del Sistema de Control; **Redes de tierras**, las cuales se dividen en tres tipos, dependiendo de su empleo, que son el sistema de tierras general del edificio, el sistema de tierras de seguridad del sistema o dispositivo de control, y el sistema de tierras de referencia o lógicas, con las cuales se le dará protección y homogeneización a los equipos y dispositivos; la **Señalización** cubre la recepción y envío de las señales necesarias para el funcionamiento de los instrumentos de campo.

A continuación se tratará cada uno de éstos sistemas auxiliares para interconexión de los SCD's.

8.5.1.1 Suministro de Fuerza.

El suministro de energía es indispensable para la energización del Sistema de Control. En el diagrama de los sistemas de interconexión se puede observar que el suministro principal de energía se hace a través de dos alimentadores que son básicamente la alimentación de energía por parte de la Comisión Federal de Electricidad, o bien a través de una subestación eléctrica del sistema de fuerza de la propia refinería.

El suministro que se hace mediante la línea de distribución de la energía eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad transporta un potencial de 36 KV en tres fases, los que tienen que llegar hasta una subestación eléctrica en la que se encuentra un transformador reductor que tendrá la función de disminuir el potencial recibido hasta un valor que va desde los 440/220/127 VCA, el cual es el potencial usado comercialmente para los fines de esta planta.

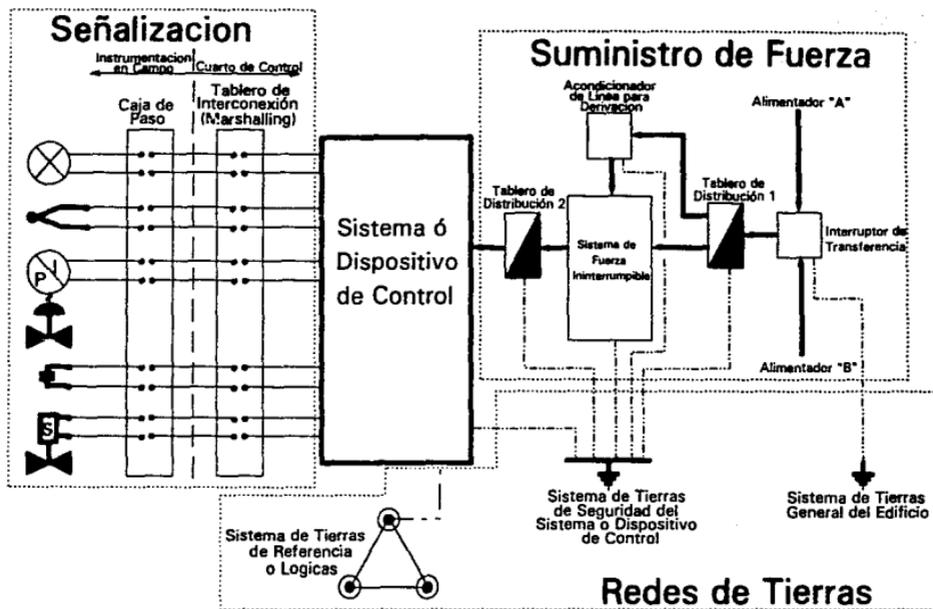


Fig. 8-3. Sistemas de Interconexión para Sistemas de Control Digital

Si el suministro se hace a través de la subestación eléctrica, hay que considerar que en las refinerías se produce energía eléctrica a partir de turbinas de vapor, que aprovechan los combustibles generados de algunas de las plantas y el valor promedio de producción de energía eléctrica está entre 1 MW y 70 MW, energía suficiente para alimentar a una subestación eléctrica, mostrándose así que la energía es propia de la refinería, no interviniendo distribuidor alguno tal como Compañía de Luz y Fuerza, o bien, Comisión Federal de Electricidad. En la subestación eléctrica se obtiene la energía eléctrica a 220/127 VCA, 3 fases, 60 Hz., para los fines de control.

La energía que es suministrada a través de los alimentadores llega a un interruptor de transferencia, el cual selecciona cualquiera de los dos alimentadores, de acuerdo con las necesidades que se pretendan en el proceso, para permitir el suministro de la energía hacia los dispositivos que están ubicados previamente al sistema o dispositivo de control, en caso de fallen alguno de los alimentadores, el interruptor transfiere automáticamente la alimentación al canal operable.

Una vez que comienza la circulación de la energía, para poder llegar a los dispositivos que acondicionan y respaldan la energía, tiene que llegar a un tablero de distribución, el cual tiene la función de controlar y proteger la energía hacia el acondicionador de línea para derivación y al Sistema de Fuerza Ininterrumpible. El acondicionador de la línea requiere un voltaje de 120 VCA, 60 Hz, 1 fases, 2 hilos, el cual tendrá como función enviar una señal que cumpla con las características que requiere el Sistema de Control Distribuido para su funcionamiento, básicamente en lo que se refiere al voltaje de rizo permitido, variaciones de voltaje permitidas y variaciones de frecuencia. Por otra parte, el Sistema de Fuerza Ininterrumpible necesita un voltaje de 220 VCA, el cual es proporcionado por el acondicionador de línea, o bien en un momento determinado, por la selección de la derivación o By-Pass, se puede obtener directamente del tablero de distribución No. 1, el SFI tiene su alimentación por la parte trasera, y a partir de la cual se envía la energía hacia el segundo tablero de distribución, el cual consta de varios interruptores termomagnéticos de 15 amperes cada uno, los cuales distribuirán y controlarán la energía eléctrica de los dispositivos contenidos en los Cuartos de Control.

8.5.1.2 Señalización.

De acuerdo con lo descrito en la especificación general del Sistema de Control Distribuido TDC-3000, los Manejadores Avanzados de Proceso (APM) y los Ensamblajes para Terminales de Campo (FTA) forman parte del Sistema de Control Distribuido, y a través de ellos se interconectarán las señales que se necesita enviar/recibir desde/hacia el campo, auxiliándose de un tablero de interconexión y protecciones, el cual tiene como propósito contener el alambrado de entradas y salidas de las señales de la instrumentación de campo, contando con las terminales de campo del SCD las que se interconectan a las interfases de Entrada/Salida en los

gabinetes por medio de multiconductores. Tales terminales deberán ser del tipo baja densidad para cables de calibre 16 AWG. El alambrado de campo deberá introducirse a los gabinetes por la parte inferior y en ductos separados de PVC ranurados (panduit). Los ductos deberán diferenciarse para señales de alto nivel analógicas, para señales de bajo nivel analógicas y para señales digitales.

Posteriormente, de las salidas del gabinete de interconexión y protección se envía la señal hacia el campo por medio de cable multiconductor de calibre 16 AWG en tubería conduit de 19 mm, llevando la alimentación eléctrica requerida para cada instrumento utilizando corriente directa de 24 V, corriente alterna a 120 V y recibiendo milivoltaje (mV), conjuntándolos en una caja de paso de interconexión, las cuales soportan hasta 72 instrumentos como máximo. De la caja de paso hacia los instrumentos se utilizan conductores bipolares para señal electrónica, de calibre 18 AWG transportándose en tubería conduit de 3/4 de pulgadas.

8.5.1.3 Redes de Tierras.

El Sistema de Tierras General del edificio se emplea básicamente para proteger las instalaciones de los percances que puede ocasionar una descarga eléctrica natural o bien algún corto circuito que se pudiera suscitar por el funcionamiento de los dispositivos, permitiendo que cada uno de los equipos y dispositivos tenga la garantía de que en caso de alguna falla que pudiera ocurrir dentro del manejo de la energía eléctrica para el dispositivo, éste no provoque daños a las instalaciones donde se aloja. Este sistema de tierras por lo general solo se indica, ya que es propio de toda instalación de este tipo.

El Sistema de Tierras de Seguridad del Sistema protege al SCD, acondicionador de línea, Sistema de Fuerza Ininterrumpible y Tableros de Distribución contra cualquier tipo de descarga eléctrica que pudiera afectar su funcionamiento mientras que el Sistema de Tierras de Referencia o Lógica proporciona una homogeneización de potencial al Sistema de Control Distribuido, para el tren lógico de pulsos, tomándose como referencia para el valor bajo. Lo anterior se logra aterrizando cada uno de los equipos y dispositivos, por medio de varillas que son enterradas (ver figura 8-4).

En estos Sistemas de Tierras, la impedancia máxima debe ser de 1 Ω . La resistencia a tierra de la red deberá probarse cuando esté terminada la instalación, si la resistencia medida es mayor a un ohm se deberán instalar más varillas, o bien darle tratamiento al terreno, hasta bajar a la impedancia (ver figura No.8-4). El cable principal de la red de tierras se instalará sobre el piso de concreto, abajo del piso falso. Para hacer el aterrizaje se enterrarán en tierra varillas de cobre de 16 mm de diámetro con una longitud aproximada de 5 m. El cable de aterrizaje será de cobre de 2/0 AWG y los empalmes serán mediante soldadura.

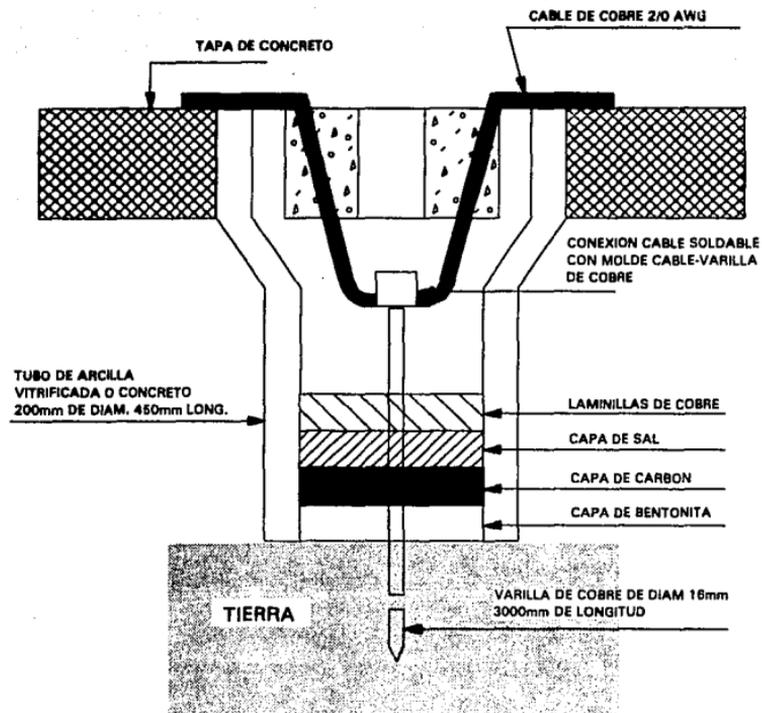


FIG. 8-4. DETALLE DE LOS POZOS DE ATERRIZAJE

CAPITULO IX

**METODOLOGIA PARA LA TRANSFERENCIA DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION
Y CONTROL EXISTENTES A LOS MODERNIZADOS**

CAPITULO IX

METODOLOGIA PARA LA TRANSFERENCIA DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL EXISTENTES A LOS MODERNIZADOS.

Con la finalidad de poder interconectar las señales de la instrumentación de campo al Sistema de Control Distribuido, de las plantas de Destilación Atmosférica No.2 y de Destilación al Vacío No. 2 de la Refinería en Salina Cruz, Oaxaca evitándose provocar cualquier tipo de disturbio en la operación normal de los procesos, se establece el siguiente procedimiento para la desconexión de la instrumentación existente en el Tablero de Control y su posterior interconexión al Sistema de Control Distribuido.

9.1. Se deberá tener el Sistema de Control Distribuido totalmente instalado, energizado y activado, habiéndose comprobado la funcionalidad de toda la base de datos antes de iniciarse las actividades de transferencia de las señales.

9.2. Se deberán etiquetar los conductores que transmiten las señales de y hacia la instrumentación de campo, colocándoles un medio de identificación permanente (por ejemplo, una cinta adhesiva con la identificación del instrumento).

9.3. Se seleccionarán primeramente los instrumentos cuya función primaria sea la adquisición de Datos, tales como indicadores, registradores, totalizadores y alarmas.

9.3.1. Se anotará en una bitácora (ver fig. 9-1) el valor normal de la operación del instrumento, para posteriormente compararlo con los valores que serán leídos en el Sistema de Control Distribuido. Asimismo se anotarán los valores de ajuste de las alarmas de cada punto, si las tuviera, para ser configuradas en el Sistema de Control Distribuido.

9.3.2. Se establecerá un programa de transeferencia de las señales al Sistema de Control Distribuido, solicitando la autorización a la identidad operativa, a fin de que se supervise en el campo la lectura de las variables que puedan ser críticas en la operación de los procesos

9.3.3. Se procederá a transferir una señal a la vez, desconectándose los cables del instrumento de campo, desconectándose o cortándose a continuación los cables en los puntos seleccionados en el cuarto de control satélite, después de que hayan sido adecuadamente identificados

9.3.4. Cuando sea requerido se empalmarán y soldarán los cables cortados provenientes de la instrumentación de campo, a los tramos de cable dedicados para ello y que serán conectados a las terminales correspondientes a los gabinetes de interconexión del Sistema de Control Distribuido. Si no se requiriera soldar los cables, éstos se conectarán directamente a las terminales de los gabinetes de interconexión al Sistema de Control Distribuido.

9.3.5. Cuando hayan sido empalmados, soldados, aislados y conectados a las terminales de interconexión al Sistema de Control Distribuido los nuevos tramos de cable, se simularán desde las puntas desconectadas del instrumento de campo distintos puntos del rango (0%, 50% y 100%) para las señales analógicas, según sea su tipo (4-20 mA, T/C, RTD, Señal Protocolizada). Se verificará la continuidad y correspondencia del rango en el Sistema de Control Distribuido. En el caso de las señales digitales la simulación se realizará mediante el puenteo de los cables desconectados del interruptor, verificándose en el Sistema de Control Distribuido el cambio de estado correspondiente.

9.3.6. Sólo hasta después de que se haya comprobado la continuidad de las señales y verificado la correspondencia de los rangos se procederá a conectar las puntas sueltas de los cables al instrumento correspondiente, comparándose los valores reportados en la bitácora con los valores leídos en el Sistema de Control Distribuido.

9.4. Como siguiente paso, se procederá a transferir las señales de los controladores al Sistema de Control Distribuido, siguiéndose los pasos a continuación indicados:

9.4.1. Se anotará en una bitácora (ver fig. 9-1) los valores normales de la operación del controlador, incluyendo a la variable de proceso, el punto de ajuste, la salida del control, los valores de entonamiento, los ajustes de alarmas y las acciones de control para posteriormente aplicar al Sistema de Control Distribuido los valores de entonamiento, los ajustes de alarmas y las acciones de control y comparar los valores de variable de proceso y salida de control que serán leídos en el Sistema de Control Distribuido.

9.4.2. Se establecerá un programa de transferencia de las señales al Sistema de Control Distribuido, solicitando la autorización a la entidad operativa, a fin de que supervise en el campo la lectura de las variables y controle las corrientes de proceso a través de las válvulas de desvío (By-pass), en los momentos en que se esté transfiriendo el control al Sistema de Control Distribuido.

9.4.3. Se procederá a transferir un controlador a la vez, para lo que se cambiará el modo de control en tablero de automático a manual, desconectándose posteriormente los cables del sensor o transmisor en campo, desconectándose o cortándose a continuación en los puntos seleccionados en el cuarto de control satélite, los cables correspondientes después de que hayan sido adecuadamente identificados.

9.4.4. Cuando se hayan desconectado o cortado los cables provenientes del sensor o transmisor, si se requiriera se empalmarán y soldarán a los tramos de cable dedicados para ello y se conectarán a las terminales de interconexión correspondientes del Sistema de Control Distribuido. Si no se requiriera soldar los cables éstos se conectarán directamente a las terminales de los gabinetes de interconexión al Sistema de Control Distribuido.

9.4.5. Cuando hayan sido empalmados, soldados, aislados y conectados a las terminales del Sistema de Control Distribuido los nuevos tramos de cable, se simularán desde las puntas desconectadas del instrumento de campo en distintos puntos del rango (0%, 50% y 100%) las señales analógicas, según sea su tipo (4-20 mA, T/C, RTD, Señales Protocolizadas). Se verificará la continuidad y correspondencia del rango en el Sistema de Control Distribuido.

9.4.6. Sólo hasta después de que se haya comprobado la continuidad de la señal, verificado en la correspondencia de los rangos y transferido el modo de controlador a manual, se procederá a conectar las puntas sueltas de los cables al instrumento correspondiente, comparándose los valores reportados en la bitácora con los valores leídos en el Sistema de Control Distribuido.

9.4.7. Cuando se tenga en el Sistema de Control Distribuido la lectura de la Variable de Proceso, se procederá a transferir el control de la corriente de proceso usando la válvula automática, a la válvula de desvío local (By-pass), utilizando para el control la lectura de la variable de proceso del Sistema de Control Distribuido

9.4.8. A continuación se desconectarán los cables de la tarjeta de salida del controlador de tablero y se desconectarán o cortarán en el punto seleccionado estos cables que conducen la señal de control a la válvula automática.

9.4.9. Cuando los nuevos tramos de cable hayan sido empalmados, soldados, aislados y conectados (según sea el caso), a las terminales de interconexión del Sistema de Control Distribuido, se simularán desde el Sistema de Control Distribuido a la válvula automática, distintos valores de rango de señal de salida (0%, 50% y 100%) se verificará la continuidad y

correspondencia de la señal desde el Sistema de Control Distribuido con la apertura y cierre de la válvula, debiendo coincidir el 0% de la señal con el cierre total de la válvula y el 100% de la señal con la apertura total de la válvula. De ser necesario, se cambiará la acción de la tarjeta de salida del Sistema de Control Distribuido, cambiándose asimismo el valor de la acción de control del controlador, para seguir conservándose la correspondencia en la acción global del circuito de control.

9.4.10. Después de que se haya comprobado el estado operacional del conjunto controlador del Sistema de Control Distribuido/Válvula de control, se procederá a transferir el control local a través de la válvula de derivación a la válvula automática, manipulada por el controlador del Sistema de Control Distribuido en modo manual.

9.4.11. Cuando se haya estabilizado la operación del circuito de control en modo manual, se transferirá el controlador al modo automático, verificándose su operación y de ser necesario se realizarán los ajustes requeridos para mejorar la estabilidad de los circuitos.

9.5. Finalmente se transferirán los Circuitos de Protección de las plantas, para lo que se deberán seguir los pasos a continuación indicados.

9.5.1. Se anotarán en una bitácora (ver fig. 9-1) los estados normales de cada uno de los dispositivos asociados a cada uno de los Circuitos de Protección de las plantas, para compararlos cuando las funciones de protección se hayan transferido al Sistema de Control Distribuido.

9.5.2. Después de que se haya elaborado un programa de transferencia de los circuitos de protección y se haya obtenido la aprobación de la entidad operativa, se procederá a inhibir (o calzar) la operación de los elementos finales de control asociados al circuito de protección en turno (válvulas solenoides, arrancadores, etc.).

9.5.3. Habiéndose localizado los cables de la señalización de los interruptores de campo, uno por uno se desconectarán los cables en las terminales del instrumento en campo y se desconectará o cortará en el lugar para ello indicado en el cuarto de control satélite y se empalmará y soldará a los cables dedicados conectados posteriormente a las terminales de interconexión correspondiente del Sistema de Control Distribuido. Si no se requiriera soldar los cables, éstos se conectarán directamente a las terminales de los gabinetes de interconexión al Sistema de Control Distribuido.

9.5.4. Se comprobará la continuidad y operación de las señales de entrada digital (DI's) de los circuitos de protección mediante el puenteo de los cables desconectados en los interruptores locales, después de lo cual se conectarán los cables sueltos a su correspondiente interruptor en campo.

9.5.5. A continuación se procederá a desconectar o cortar los cables de las señales a los elementos finales de control, empalmándose, soldándose y aislándose a los cables correspondientes, los cuales se conectarán a las terminales de interconexión del Sistema de Control Distribuido previamente designadas. Si no se requiriera soldar los cables, éstos se conectarán directamente a las terminales de los gabinetes de interconexión al Sistema de Control Distribuido.

9.5.6. Cuando hayan sido interconectadas todas las señales de un circuito de protección, se probará la operación lógica de éste, de acuerdo con un procedimiento convenido con la entidad operativa, para lo cual se comprobará la operación sobre los elementos finales inhibidos por un método apropiado (calentamiento de las solenoides, encendido de luces, etc.).

9.5.7. Después de que se haya probado satisfactoriamente la operación de los circuitos de protección, se procederá a retirar los elementos usados para inhibir su actuación.

| Reporte de prueba de Instrumentación | | | Ajustes de la PV en el SCD | | | Ajustes de control | | |
|--|-----|-----|--|-------|-----------|--|-----|-----|
| Circuito de Instrumentación: | | | Rango: _____ | | | Ecuación de Control: | | |
| | | | Unidades: _____ | | | Acción de Control: | | |
| Orden No. _____ | | | Otros: _____ | | | <input type="checkbox"/> Directa <input type="checkbox"/> Inversa | | |
| Transmisor | | | Alarmas y Disparos | | | Seguimiento: | | |
| | | | Tipo | Valor | Actuación | <input type="checkbox"/> PV-SP <input type="checkbox"/> Otro _____ | | |
| Modelo: _____ | | | LL | | | Parámetros de Entonamiento | | |
| Rango: _____ | | | L | | | Ganancia (P): _____ | | |
| Diferencial: _____ | | | H | | | Integral (I): _____ | | |
| Elevación/ Supresión: _____ | | | HH | | | Derivativa (D): _____ | | |
| | | | R+ | | | Salida/Válvula de Control | | |
| | | | R- | | | Rango: _____ | | |
| Indicación de la PV en el SCD (✓) | | | Ajustes del SP en el SCD | | | Caracterización: | | |
| Entrada | ↑ | ↓ | Rango: _____ | | | Manipulación del EFC (Válvula) | | |
| 0% | () | () | Otros: _____ | | | Salida % ↑ Carrera ↓ | | |
| 25% | () | () | Alarmas y Disparos | | | 0 | () | () |
| 50% | () | () | Tipo | Valor | Actuación | 25 | () | () |
| 75% | () | () | L | | | 50 | () | () |
| 100% | () | () | H | | | 75 | () | () |
| Tendencia: | | | D+ | | | 100 | () | () |
| <input type="checkbox"/> Activada <input type="checkbox"/> No Activada | | | D- | | | Notas: | | |
| Periodo de Historización: | | | | | | | | |
| _____ Horas | | | | | | | | |
| Señales Digitales de Entrada | | | Señales Digitales de Salida | | | | | |
| Actuación del estado 0: | | | Actuación del estado 0: | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Activada <input type="checkbox"/> No Activada | | | <input type="checkbox"/> Actúa <input type="checkbox"/> No Actúa | | | | | |
| Alarma del estado 0: | | | Alarma del estado 0: | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Activada <input type="checkbox"/> No Activada | | | <input type="checkbox"/> Activada <input type="checkbox"/> No Activada | | | | | |
| Actuación del estado 1: | | | Actuación del estado 1: | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Activada <input type="checkbox"/> No Activada | | | <input type="checkbox"/> Actúa <input type="checkbox"/> No Actúa | | | | | |
| Alarma del estado 1: | | | Alarma del estado 1: | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Activada <input type="checkbox"/> No Activada | | | <input type="checkbox"/> Activada <input type="checkbox"/> No Activada | | | | | |
| Certificación: Los abajo firmantes y representantes, certificamos que la instrumentación y sus accesorios anotados en este reporte, han sido configurados, ajustados, probados y revisados de acuerdo como se indica en las Especificaciones de Instrumentos, en los Sumarios de Señales de Entrada/Salida y Funciones y en la información del proveedor, quedando en condiciones de operación, excepto donde se indique. | | | | | | | | |
| USUARIO | | | CONSTRUCTORA | | | FIRMA DE ING. | | |
| _____ | | | _____ | | | _____ | | |
| Firma/Fecha | | | Firma/Fecha | | | Firma/Fecha | | |

FIG. 9-1. REPORTE DE PRUEBA DE CIRCUITOS DE INSTRUMENTACIÓN

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

La modernización de una Planta Industrial tiene como finalidad mejorar el funcionamiento de la misma, elevando la calidad de los productos que se obtienen de ella, así como incrementar la productividad del proceso y la vida útil de los equipos.

En este trabajo se establecieron estrategias basadas en una serie de metodologías, procedimientos y alternativas que incluyen todos los aspectos preponderantes de un proyecto de esta naturaleza; la adecuada adquisición del SCD y la apropiada aplicación de los esquemas de control avanzado permite obtener la información necesaria y ejecutar las acciones necesarias para mantener a los equipos dentro de las condiciones de operación a las que fueron diseñadas y lograr la máxima seguridad para el personal, así como para los equipos al mejorar la controlabilidad del proceso a través del manejo eficiente de las condiciones cambiantes, en rangos cada vez más amplios que permiten mejorar la productividad de los procesos, la reducción de los productos fuera de especificación, los productos indeseables además de la reducción en el consumo de los energéticos.

Una de las mayores ventajas de los SCD es el manejo masivo de la información en tiempo real y de manera más confiable, lo que permite la aplicación de diferentes paquetes para el procesamiento de dicha información. Los paquetes de procesamiento estadístico de la información permiten a los responsables de la operación y manejo administrativo de las plantas tener una mejor toma de decisiones para obtener el máximo aprovechamiento de los recursos de la planta, tanto en términos de productividad como en términos de aumento en la disponibilidad y vida útil de los equipos. También se aplican paquetes para el mantenimiento predictivo de los equipos e instrumentos para determinar los periodos óptimos para recalibración, sustitución de partes sujetas a desgaste y aplicación de rutinas de mantenimiento mayor, aumentando consecuentemente la disponibilidad y vida útil de los equipos de proceso.

Durante el proceso de modernización se efectuara las modificaciones al esquema de control de la planta, sustituyéndose algunas de las partes o sistemas que lo constituyen, de acuerdo con el desempeño que han tenido, es decir, que después de un cierto periodo de tiempo han quedado obsoletos, o simplemente su funcionamiento no ha sido satisfactorio y se requirió reemplazarlos o modificarlos.

Los cambios a la Instrumentación y Control propuestos en las estrategias de modernización de esta Planta son viables y la inversión se recuperara en menos de ocho meses, por lo que se concluye que proyectos futuros de esta índole de

modernización o actualización de los Sistemas de Instrumentación y Control, son una alternativa conveniente para mejorar la rentabilidad y aumentar la vida útil de las Plantas, con la condicionante de que los cambios realizados se efectúen mediante las estrategias apropiadas a cada caso.

En proyectos futuros, las estrategias propuestas serán de gran ayuda para otros trabajos posteriores ya que se pueden integrar paquetes de cómputo para complementar el actual proyecto, como son la aplicación de recursos de programación, para optimización de los procesos mediante paquetes estadísticos de simulación dinámica y de Control Gerencial; obteniéndose de esta manera beneficios aún mayores con la misma plataforma instalada.

PAGINACION VARIA

COMPLETA LA INFORMACION

ANEXO A

NOMENCLATURA

ANEXO A

NOMENCLATURA

En instrumentación y control se emplea un sistema especial de símbolos, con el objeto de transmitir más efectivamente tanto las ideas como la información. Este sistema es indispensable en el diseño, selección, operación y mantenimiento de sistemas de control. Un sistema de símbolos ha sido estandarizado por la ISA (Sociedad de Instrumentistas de América), el cual se da a continuación en forma condensada.

A.1.1. Identificación.

Existen dos tipos de identificación para referirse a un instrumento, a saber:

a) Identificación Funcional.

Quando se use una combinación de letras para establecer su propósito y funciones.

b) Identificación Específica (de Lazo).

Quando la combinación de letras acompaña un número que sirve para identificar al instrumento más detalladamente.

Estas identificaciones se usan para designar a todo tipo de instrumentación en trabajos escritos y al combinarlos con símbolos dibujados en las representaciones en diagramas y planos en general.

Las identificaciones funcionales consisten en las letras mostradas en la tabla 1, usadas en combinaciones como lo muestra la tabla 2. La tabla 1 contiene las letras que pueden usarse, con el significado de cada una de ellas y la posición o posiciones permitidas.

En el uso de estas letras, y sus combinaciones, se deben aplicar las siguientes reglas:

1. Las letras de identificación se escribirán en todos los casos como mayúsculas. Las únicas excepciones lo son el uso de la (d), (r) y (p). (está última en la combinación ph únicamente).
2. El número máximo permitido, de letras de identificación en cualquier tipo de combinación sería de (3). La única excepción la constituye el uso de ph o

simbolos químicos como CO₂, etcétera, en donde estos son considerados como una letra.

3. Cada letra tendrá un solo significado al usarse como primera letra en cualquier combinación, definiendo la variable de proceso.
4. Igualmente cada letra tendrá un solo significado cuando se use como segunda o tercera letra en una combinación al definir el tipo de servicio.
5. Lo anterior es particularmente importante al formar las combinaciones de letras que indica la tabla 2, o bien, al agregar más de acuerdo con dicha secuencia.
6. No pueden usarse letras o combinaciones de letras intermedias.

Identificaciones específicas; en la mayoría de los casos será necesario agregar a la identificación funcional de un instrumento, un sistema numérico para establecer así su identificación específica. Cualquier sistema de números en serie puede ser usado y puede pertenecer a un solo proceso unitario o bien puede ser todo un sistema completo de números seriados para una planta o un grupo de plantas que formen una organización.

En cualquier caso la serie de números consecutivos deberá ser apropiada para usarse en las identificaciones funcionales.

En un trabajo escrito, el número va inmediatamente después de las letras y separado de estas por medio de un guión. Por ejemplo, el control y registro de temperatura número uno se representara por (TRC-103).

Las identificaciones serán usadas, hasta donde sea posible, para reconocer todo tipo de instrumentos, con todos sus componentes, evitando el usar identificaciones independientes asignadas a cada pieza.

Las reglas e instrucciones para las diferentes combinaciones en identificaciones son:

1. En combinaciones de instrumentos que miden más de una variable, o que contienen más de una función, cada porción de la combinación tendrá una identificación propia. Así una combinación de registro para flujo y presión se representara por (FRC-105) y (PIC-110).
2. Instrumentos de varias plumillas, con servicio idéntico y provistos además de las mismas funciones tendrán una sola identificación. Los elementos separados y sus componentes se identifican por medio de un número como

sufijo agregado al número del instrumento. Por ejemplo, (TR-126-1, TR-126-2), etcétera.

3. En instrumentos operando en transmisión remota tanto el receptor como el transmisor tendrán la misma identificación, de acuerdo con el servicio y función del instrumento.

4. Cada válvula automática tendrá la misma identificación que el instrumento de control por el cual es actuada y la letra (V) inmediatamente después.

Cuando son actuadas por el mismo controlador más de una válvula, estas se identificarán por medio de letras como sufijos agregadas al número del instrumento.

5. Los accesorios diversos como: posicionadores de válvulas automáticas, relevadores neumáticos, interruptores, reguladores de aire, etcétera, que requieren identificación, serán designados con la misma nomenclatura del instrumento al cual están conectados o con los cuales trabajen.

6. Los elementos primarios de medición tendrán designada la misma identificación que los instrumentos a los cuales están conectados. Cuando algún elemento no está conectado a ningún instrumento, solo entonces tendrá una identificación separada. Cuando más de un elemento este conectado al mismo instrumento serán identificados por números como sufijos después del número del instrumento.

TABLA 1

| LETRAS PARA IDENTIFICACION | | | |
|--|----------------------------|--|--------------------------|
| DEFINICIONES Y POSICIONES PERMITIDAS EN CUALQUIER COMBINACION | | | |
| LETRAS | 1° LETRA | 2° LETRA | 3° LETRA |
| MAYUSCULAS | VARIABLE DE PROCESO | TIPO DE REGISTRO U OTRA FUNCION | FUNCION ADICIONAL |
| A | ANALISIS | ALARMA | ALARMA |
| B | QUEMADOR DE FLAMA | | |
| C | CONDUCTIVIDAD | CONTROL | CONTROL |
| D | DENSIDAD | | |
| E | VOLTAJE | ELEMENTO (PRIMARIO) | |
| F | FLUJO | | |
| G | CALIBRACION | CRISTAL (NO MIDE) | |
| H | MANUAL | | |
| I | CORRIENTE (ELECTRICA) | INDICADOR | |
| J | POTENCIA | | |
| K | TIEMPO | | |
| L | NIVEL | LUZ PILOTO | |
| M | HUMEDAD | | |
| N | ELECCION DEL USUARIO | | |
| O | ELECCION DEL USUARIO | ORIFICIO DE RESTRICCION | |
| P | PRESION O VACIO | PUNTO (CONEXION DE PRUEBA) | |
| Q | CANTIDAD O EVENTO | | |
| R | RADIO ACTIVIDAD | REGISTRO (REGISTRADOR) | |
| S | VELOCIDAD O FRECUENCIA | SEGURIDAD | SWITCH |
| T | TEMPERATURA | TRANSMISOR | TRANSMISION |
| U | MULTIVARIABLE | MULTIFUNCION | |
| V | VISCOSIDAD | | VALVULA |
| W | PESO O FUERZA | POZO | |
| X | NO CALSIFICADA | NO CLASIFICADA | |
| Y | ELECCION DEL USUARIO | ELECCION DEL USUARIO | |
| Z | POSICION | MANEJAR,ACTUAR O ELEMENTO FINAL DE CONTROL | |
| d,r,y p | MODIFICADORES | | |

TABLA 2

| IDENTIFICACIONES GENERALES | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|-------------------|----------------|----------------------|------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------|---------------|-----------------------|
| 1ªLETRA | SEGUNDA Y TERCERA LETRA, TIPO DE MECANISMO | | | | | | | | | | | |
| | MECANISMOS CONTROLADORES | | | VALVULAS | | MECANISMOS DE MEDICION | | | MECANISMOS DE ALARMA | | | |
| VARIABLE DEL PROCESO | REGISTRO | INDICACION | CONTROL | ALTO ACTUADAS | SEGURIDAD | REGISTRO | INDICACION | SOLO OBSERV. | REGISTRO | INDICACION | ALARMA | ELEM. PRIMARIO |
| TEMPERATURA (T) | TRC | TIC | TC | TCV | TSV | TR | TI | * | TRA | TIA | TA | TE |
| FLUJO (F) | FRC | FIC | FC | FSV | | FR | FI | FG | FRA | FIA | FA | FE |
| NIVEL (L) | LRC | LIC | LC | LSV | | LR | LI | LG | LRA | LIA | LA | LE |
| PRESION (P) | PRC | PIC | PC | PCV | PSV | PR | PI | * | PRA | PIA | PA | PE |
| DENSIDAD (D) | DRC | DIC | DC | DCV | | DR | DI | * | DRA | DIA | | DE |
| MANUAL (H) | | HIC | HC | HCV | | * | * | * | * | * | * | * |
| CONDUCTIVIDAD (C) | CRC | CIC | CC | CCV | | CR | CI | * | CRA | CIA | CA | CE |
| RAPIDEZ (S) | SRC | SIS | SC | SCV | SSV | SR | SI | * | SRA | SIA | SA | SE |
| VISCOSIDAD (V) | VRC | VIC | VC | VCV | | VR | VI | VG | VRA | VIA | | VE |
| PESO (W) | WRC | WIC | WC | WCV | | WR | WI | | WRA | WIA | | WE |
| | | | | | | | | | | | | |

A-5

1. A ESTA ANOTACION SE LE DEBE ADICIONAR EL TIPO DE ALARMA (LL, L, HH, H, ETC.)
2. LOS ESPACIOS EN BLANCO O CON (*) INDICAN COMBINACIONES IMPOSIBLES.

Como complemento de lo anteriormente indicado se darán a continuación algunos conceptos como la designación de los modos de control, la codificación para transductores o convertidores, así como algunos símbolos y la función de cada uno de ellos, grupos de abreviaturas con su significado, algunas variaciones en la Identificación de circuitos de control y normas para Identificación de las alarmas, con base a lo establecido en el código de la ISA, para poder efectuar la lectura en los diagramas de flujo.

1) Designación de funciones para relevadores

La tabla 3, explica los símbolos para designar funciones de procesamiento de señales, los cuales pueden usarse individualmente o combinados, pudiendo estar dentro de un rectángulo cerca del círculo del instrumento o dentro del círculo y en tal caso las letras se omiten o se muestran en la parte exterior del círculo.

TABLA 3

| | SÍMBOLO | FUNCIÓN |
|----|----------------------------|---|
| 1 | 1-0 ó On-Off | Conecta, desconecta o transfiere uno o más circuitos |
| 2 | Σ | Adición o totalización |
| 3 | Δ | Diff. Sustracción |
| 4 | \pm ó + [-] | Desviación o Polarización. |
| 5 | Avg | Promedio |
| 6 | % ó 1:3 ó 2:1 (típica) | Ganancia o Atenuación (entrada-salida) |
| 7 | [x] | Multiplicación |
| 8 | [/] | División |
| 9 | [$\sqrt{\quad}$] o SQRT. | Extractor de raíz cuadrada |
| 10 | x^n ó $x^{1/n}$ | Elevación a potencia n o 1/n. |
| 11 | f(x) | Caracterización |
| 12 | 1:1 | Amplificación (de volúmen de aire) |
| 13 | [>] | Selector de alta. Selecciona la más alta variable medida (no se refiere a menos que se indique) |
| 14 | [<] | Selector de baja. Selecciona la más baja variable medida (no se refiere a menos que se indique) |
| 15 | Rev | Inversa |
| 16 | E/P ó P/I | Convertidor |
| 17 | \int | Integral |
| 18 | D ó d/dt | Derivativa o rate |
| 19 | 1/D | Derivativa inversa |

Algunos de los símbolos mostrados en la tabla 3, se usan ocasionalmente para describir la forma de controlar esta función (no recomendada por ISA).

La posición del círculo debe decir si es un relevador de cálculo o un controlador, pero las letras de identificación del circuito están en el o cerca de el, si hay cualquier duda. La codificación del modo de control es la siguiente:

| Modo de control | Designación |
|---------------------------------|-----------------------|
| Dos posiciones (On-Off) | 1-0 ó On-Off |
| Dos posiciones con diferencial. | Δ 1-0 ó On-Off |
| Proporcional | % ó P |
| Reajuste automático | I ó I |
| Derivativo | D o d/dt |
| Acción directa | Dir. |
| Acción inversa | Rev. |

También se usa una codificación especial para indicar las señales involucradas en función de conversión (refiriéndonos al punto 16 de la tabla 3) para transductores o convertidores, usando la designación que se indica a continuación:

Designación de Señales

| Designación | Señal |
|-------------|---------------------------|
| E | Voltaje |
| H | Hidráulica |
| I | Corriente (eléctrica) |
| O | Electromagnético o Sonico |
| P | Neumático |
| R | Resistencia (eléctrica) |
| A | Análogica |
| D | Digital |

La letra de la izquierda de la diagonal indica la señal de entrada y el de la derecha la señal de salida. De esta forma, en el ejemplo típico dado en la tabla (E/P), el instrumento convertidor recibe la señal de voltaje y da una señal de presión.

2) Abreviaturas Estándar y otras Letras de Identificación para Instrumentos.

En la primera parte de este anexo se describe el sistema de identificación de instrumentos en el cual cada letra del alfabeto y su posición en el grupo de letras indica la variable de proceso y la función del instrumento representadas en un círculo. La tabla 4 muestra otro grupo de abreviaturas para identificación de otros instrumentos. Estas pueden ser utilizadas en cualquier diagrama, pero raramente se usa en el círculo del instrumento.

Nótese que las abreviaturas usadas para describir las formas o modos de control están incluidas también en la lista general, así como abreviaturas que denotan el tipo de suministro de energía de alimentación a los instrumentos descrita anteriormente. En la tabla 4, se da más de un significado para una abreviatura, debiéndose juzgar como y en donde se usan las letras y su significado. Por ejemplo, (P) se usa con una diagonal (P/I), en donde (P) es una señal neumática y (P) solo cerca del controlador significa forma de control proporcional y (P) dentro de una caja de diamante significa "instrumento de purga o Flushing"

Las letras (C), (I) y (R) algunas veces aparecen dentro de una caja en forma de diamante significan: montada en tablero, interlock lógico, complejo o indefinido y reposición para un actuador respectivamente aunque no están en la lista general de la ISA.

Las letras (Y) y (O), no están anotadas en la lista pero algunas veces se usan dentro del diamante para indicar que un interlock es efectivo si tiene todas las entradas o si existen una o más entradas.

Las letras (S) y (T) encerradas en un cuadrado representan Solenoide y Trampa y (M) dentro de un círculo es Motor. Las abreviaturas por falla de válvula (FC), (FI), (FL), (FO), usualmente aparecerán abajo del símbolo de la válvula.

TABLA 4

| ABREVIATURAS | SIGNIFICADO |
|---------------------|---|
| A | Señal Analógica |
| Adapt. | Modo de Control Adaptativo. |
| AS | Suministro de Aire |
| Avg. | Promediador o promedio |
| C | Conexión a Tablero Principal o secundario. |
| D | Modo de Control Derivativo o Señal Digital |
| Diff. | Sustracción |
| Dir. | Acción Directa |
| E | Señal de Voltaje. |
| ES | Suministro Eléctrico |
| FC | Cierra a Falla |
| FI | Falla Indeterminada. |
| FL | Asegurado a Falla |
| FO | Abre a Falla |
| GS | Suministro de Gas |
| H | Señal Hidráulica |
| HS | Suministro Hidráulico |
| I | Señal de Corriente Sistema de protección o interlock |
| M | Motor o Actuador |
| Max. | Modo de Control Maximizado. |
| Min. | Modo de Control Minimizado |
| NS | Suministro de Nitrógeno |
| O | Señal Electrónica o Sónica |
| Opt. | Modo de Control Optimizado o Secundario |
| P | Señal Neumática Modo de Control Proporcional Dispositivo de Purga o flushing |
| R | Modo de Control con Reset |
| Rev. | Acción Inversa |
| RTD | Detector de Temperatura Tipo Resistencia |
| S | Actuador Solenoide |
| S.P. | Punto de Ajuste |
| Sq.Rt. | Extractor de Reiz Cuadrada |
| SS | Suministro de Vapor |
| T | Trampa |
| WS | Suministro de Agua |
| X | Multiplicación |

3) Definiciones de los componentes de los circuitos de control.

Elemento Primario o Sensor: Es el elemento sensor que detecta directamente los valores de la variable medida.

Interruptor: Dispositivo que conecta, desconecta o transfiere uno o más circuitos y no es designado como un controlador, un relevador o una válvula de control.

Transmisor: Dispositivo el cual responde a una variable medida por medio de un elemento sensor, y convierte esta, a una señal de transmisión estandarizada la cual es función solo de la variable de proceso.

Indicador: Instrumento de medición cuya principal función es la de presentar visualmente, en cualquier formato, el valor de la variable medida.

Registrador: Instrumento de medición cuya principal función es la de registrar permanentemente, en cualquier formato y en distintos medios, el valor de la variable medida. El registrador puede o no indicar visivamente el valor registrado

Controlador: Realiza tres funciones básicas, detecta la variable controlada, la compara con el valor deseado y proporciona una señal de corrección.

Estación de Control: Dispositivo que habilita a un operador para seleccionar una señal automática o manual a la entrada de un elemento de control. La señal automática es normalmente la salida del controlador la cual es una señal manual, operada por un mecanismo manualmente.

Luz Piloto: Luz que indica la existencia de alguna condición normal de un sistema o dispositivo.

Convertidor/Transductor: Término general para un dispositivo que recibe información en forma de una o más cantidades físicas, modifica la información y emite una señal de salida resultante.

Elemento de Control Final: Es aquella porción de los medios de control que cambia directamente el valor de la variable manipulada. Este puede ser una válvula de control, un amortiguador u otra forma de restrictor

Válvula de Control: Elemento final de control, a través del cual un fluido pasa, que ajusta la magnitud del flujo de dicho fluido mediante cambio en el tamaño de su abertura y de acuerdo con la señal que recibe del controlador, y así lograr la acción correctiva necesaria.

Actuador: Su propósito es el de suministrar la fuerza o energía necesaria para mover una válvula a través de todo su rango.

Relevador: Dispositivo que recibe información en forma de señales de uno o más instrumentos, modifica la información y emite una o más señales de salida.

ANEXO B
SIMBOLOGIA

ANEXO B

SIMBOLOGIA

Los símbolos se usan para identificar la posición de cada instrumento en los diagramas (de flujo de proceso, de tubería e instrumentación, funcionales de instrumentación, etc), los cuales se ilustraran más adelante.

Los dibujos básicos de los símbolos requeridos, cuyo propósito es representar la instrumentación en los diagramas de flujo y otros dibujos, y cubren su aplicación en una amplia variedad de procesos. Se dan a continuación las siguientes notas con el objeto de que se usen los símbolos pertinentemente:

- a) El círculo, que debe ser aproximadamente de 1.1 centímetros de diámetro, se emplea para localizar la posición de cada instrumento propiamente dicho, y algunas otras partes de la instrumentación. Se usa además como bandera para encerrar las identificaciones de cada uno de los instrumentos incluso las válvulas automáticas que tienen su propio símbolo. Solo en casos excepcionales, algunos instrumentos pueden tener su identificación escrita a un costado del símbolo y omitiendo el círculo.
- b) Generalmente es innecesario repetir la identificación para el transmisor, válvula de control, elemento primario, etcétera, son nombrados de acuerdo con el instrumento principal al cual están conectados. Cuando algunos componentes de instrumentos van a estar presentados en alguna otra hoja o diagrama separado o bien esta a gran distancia, se agrega una nota a un costado del símbolo o bien por medio de una línea cortada conectada al símbolo y la nota.
- c) Si se considera necesario puede agregarse una pequeña nota junto al símbolo para aclarar la función o propósito de cualquier componente del circuito de medición o control, ya que una pequeña nota evita el aplicar o usar una gran variedad de símbolos complicados.

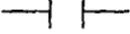
A continuación se presenta la simbología usada en Diagramas Funcionales de Instrumentos, la cual aplica al proyecto de referencia.

SIMBOLOGIA USADA EN DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTOS

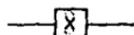
I INSTRUMENTOS EN GENERAL

| SÍMBOLO | DESCRIPCION |
|---|---|
|  | INSTRUMENTO LOCALIZADO EN CAMPO. |
|  | INSTRUMENTO MONTADO EN EL TABLERO PRINCIPAL. |
|  | INSTRUMENTO MONTADO EN LA PARTE POSTERIOR DEL TABLERO PRINCIPAL. |
|  | INSTRUMENTO MONTADO EN TABLERO LOCAL. |
|  | INSTRUMENTO MONTADO EN LA PARTE POSTERIOR DEL TABLERO LOCAL. |
|  | INSTRUMENTO PROPORCIONADO POR EL FABRICANTE DEL EQUIPO CORRESPONDIENTE. |
|  | INSTRUMENTO PARA MEDIR DOS VARIABLES O QUE CUMPLE DOS FUNCIONES. |

II ELEMENTOS PRIMARIOS PARA MEDICION DE FLUJO

| | |
|---|------------------------|
|  | PLACA DE ORIFICIO. |
|  | TUBO DALL. |
|  | TUBO VENTURI O TOBERA. |
|  | TUBO PITOT. |

SIMBOLOGIA USADA EN DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTOS



MEDIDOR TIPO TURBINA



MEDIDOR TIPO MAGNETICO



MEDIDOR TIPO DESPLAZAMIENTO POSITIVO

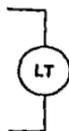


MEDIDOR TIPO TARGET O IMPACTO



ROTAMETRO

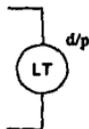
III ELEMENTOS PRIMARIOS PARA MEDICION DE NIVEL



TRANSMISOR DE NIVEL TIPO DESPLAZADOR.

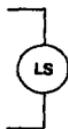


TRANSMISOR DE NIVEL TIPO CAPACITANCIA.



TRANSMISOR DE NIVEL TIPO CELDA.

SIMBOLOGIA USADA EN DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTOS

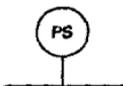


INTERRUPTOR DE NIVEL TIPO MAGNETICO.

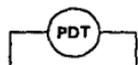
IV ELEMENTOS PRIMARIOS PARA MEDICION DE PRESION



TRANSMISOR DE PRESION.



INTERRUPTOR DE PRESION.

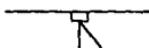


TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL.

V ELEMENTOS PRIMARIOS PARA MEDICION DE TEMPERATURA.



TERMOPOZO ROSCADO CON TERMOPAR SENCILLO.

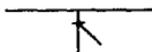


TERMOPOZO ROSCADO CON TERMOPAR DOBLE.

SIMBOLOGIA USADA EN DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTOS



TERMOPOZO BRIDADO CON TERMOPAR SENCILLO.



TERMOPOZO BRIDADO CON TERMOPAR DOBLE.

VI LINEAS.



LINEA DE PROCESO.



SEÑAL ELÉCTRICA.

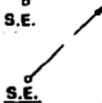


SEÑAL NEUMÁTICA.

VII SUMINISTRO DE ENERGÍA.



SUMINISTRO ELÉCTRICO (CORRIENTE ALTERNADA).



SUMINISTRO ELÉCTRICO (CORRIENTE DIRECTA).



SUMINISTRO DE AIRE.

VIII VALVULAS.



VALVULA DE DOS VIAS.



VALVULA DE TRES VIAS.

SIMBOLOGIA USADA EN DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTOS



VALVULA DE ANGULO.



VALVULA DE CONTROL CON ACTUADOR DE DIAFRAGMA,
ABRE A FALLA DE AIRE



VALVULA DE CONTROL CON ACTUADOR DE DIAFRAGMA,
CIERRA A FALLA DE AIRE.



VALVULA DE CONTROL CON ACTUADOR DE DIAFRAGMA,
Y CANDADO NEUMATICO.



VALVULA DE CONTROL CON ACTUADOR DE DIAFRAGMA,
Y CANDADO NEUMATICO.



VALVULA DE CONTROL CON ACTUADOR DE DIAFRAGMA,
Y POSICIONADOR.



VALVULA DE CONTROL CON ACTUADOR DE DIAFRAGMA,
Y VOLANTE DE OPERACION MANUAL.



VALVULA DE CONTROL OPERADA POR PISTON.



VALVULA DE CONTROL OPERADA POR MOTOR.



VALVULA REGULADORA DE PRESION AUTO-OPERADA,
CON TOMA CORRIENTE ABAJO.



VALVULA REGULADORA DE PRESION AUTO-OPERADA,
CON TOMA CORRIENTE ARRIBA.

SIMBOLOGIA USADA EN DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTOS



VALVULA REGULADORA DE PRESION CON TOMA DE PRESION EXTERNA, CORRIENTE ABAJO.



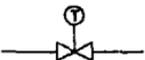
VALVULA REGULADORA DE PRESION CON TOMA DE PRESION EXTERNA, CORRIENTE ARRIBA.



VALVULA REGULADORA DE PRESION DIFERENCIAL CON TOMAS INTERNA Y EXTERNA.



VALVULA DE CONTROL TIPO MARIPOSA CON ACTUADOR DE DIAFRAGMA.



VALVULA TIPO TRUNNION.



VALVULA DE DOS VIAS OPERADA POR SOLENOIDE, AUTOMATICA.



VALVULA DE TRES VIAS OPERADA POR SOLENOIDE, AUTOMATICA.



VALVULA DE TRES VIAS OPERADA POR SOLENOIDE, CON REAJUSTE MANUAL.



VALVULA DE TRES VIAS OPERADA POR SOLENOIDE, CON REAJUSTE AUTOMATICO.

SIMBOLOGIA USADA EN DIAGRAMAS FUNCIONALES DE INSTRUMENTOS

IX CONVERTIDORES



CONVERTIDOR DE VOLTAJE A CORRIENTE.



CONVERTIDOR DE VOLTAJE A PRESION.



CONVERTIDOR DE CORRIENTE A VOLTAJE.



CONVERTIDOR DE PRESION A CORRIENTE.



CONVERTIDOR DE RESISTENCIA A CORRIENTE.



CONVERTIDOR DE PULSOS DE VOLTAJE A CORRIENTE.



CONVERTIDOR DE PULSOS DE VOLTAJE A PRESION.



CONVERTIDOR DE CORRIENTE A PRESION.



CONVERTIDOR DE SEÑAL ANALOGICA A SEÑAL DIGITAL.



CONVERTIDOR DE SEÑAL DIGITAL A SEÑAL ANALOGICA.

ANEXO C

GLOSARIO SOBRE SISTEMAS DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

ANEXO C

GLOSARIO SOBRE SISTEMAS DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Sistema de Procesamiento de la Información (SPI): Es un arreglo de dispositivos cuya función es la manipulación y ordenamiento de la información recibida de su entorno, a fin de generar resultados congruentes, para ser utilizados por el elemento Humano en la toma de decisiones. Un sistema de procesamiento de la información consta de puertos de entrada y salida, de una Unidad Central de Procesamiento, de los medios de almacenamiento y de los canales de comunicaciones requeridos, como se muestra en el esquema básico de un SPI. Un SPI puede también comunicar los resultados generados a un sistema automatizado, a fin de que este modifique sus parámetros y busque obtener un mejor desempeño del proceso a que este asociado.

Evolución de los Sistemas de Procesamiento de la Información.

Los Sistemas de Procesamiento de la Información se han desarrollado en las etapas que se diferencian a continuación:

Primera Generación. Estos sistemas se construían en base a bulbos, y se caracterizaban por ser voluminosos y poco confiables, además de consumir grandes cantidades de energía y ser poco versátiles para su operación.

Segunda Generación. Construidos en base a transistores, se reducían considerablemente los problemas de volumen, consumo de potencia y confiabilidad, pero seguían vigentes los problemas del alambrado complejo e intrincado. Se aumentaba su capacidad y velocidad.

Tercera Generación. Con el desarrollo de los circuitos integrados, se redujeron los problemas de alambrado, se seguía aumentando la velocidad y capacidad, pero la electrónica seguía siendo "dedicada", es decir, los circuitos se diseñaban para funciones muy específicas y era problemático el reasignamiento de funciones.

Cuarta Generación. El advenimiento de los microprocesadores, redujo sustancialmente el tamaño y consumo de energía de los SPI, aumento de la velocidad y capacidad, de tal manera que permitió construir los sistemas personales, pero el avance más significativo estriba en el hecho que los microprocesadores se caracterizan por ser de aplicación general (o inteligente) y no dedicada, lo que redujo la variedad de circuitos utilizados y por ende su complejidad, ya que un solo microprocesador podía tomar varias asignaciones con sólo programarlos.

Quinta Generación. En esta etapa los avances más importantes no se refieren a la circuitería, sino a la estrategia de procesamiento lógico de la información, ya que en esta generación se utilizaban patrones de razonamiento como los de los seres vivos, por lo que se conoce a esta nueva estrategia como "inteligencia artificial".

Conceptos generales de los Sistemas de Procesamiento de la Información. Todos los SPI's utilizan los mismos conceptos básicos, los que se refieren en los mismos términos, de los cuales se indican a continuación los más importantes:

Datos: Son representaciones numéricas o gramáticas, con formato predefinido, de eventos o magnitudes que ocurren externamente al SPI y son alimentadas a los puertos de entrada de este.

Información: Son datos que han sido validados y adecuados para poder ser procesados por los SPI. El proceso de validación y adecuación de los datos, normalmente se realiza en los puertos de entrada de los SPI.

Resultados: Son el producto del procesamiento de la información. Estos resultados son a su vez información con un formato predeterminado. Dichos formatos pueden ser Reportes, Balances, Índices, Listados, Gráficos, Señales Moduladas, etc.

Bit: Término derivado de las palabras en inglés Binary digit, o dígito binario. Un bit equivale a una unidad de información, en un sistema numérico con solo dos estados, representativos de eventos que se manifiestan como complementarios, como en los casos de los estados Si-No, Alto-Bajo, 1-0, etc.

Byte: Conjunto de ocho bits, los que son tratados como una entidad. Adicionalmente a los ocho bits del byte, se le suele añadir un bit más (noveno), para realizar las funciones de verificación de paridad. Normalmente un Byte representa un carácter alfabético o numérico, o bien representa una instrucción o dirección.

Palabra: Son un grupo de bits que son tratados como una entidad, por un Sistema de Procesamiento de la Información. Mientras mayor sea el número de bits en una palabra, mayor capacidad de procesamiento y de direccionamiento tendrá el SPI. Las longitudes de palabra más comunes son 4,8,16 y 32 bits. Pudiendo existir palabras hasta de 64 bits, en alguna computadora del tipo "Mainframe".

Velocidad de Sincronía o de Reloj: Define la frecuencia a la que opera un SPI, y es la misma a la que se transfieren las palabras y los bits internamente a través de secuencias lógicas. Mientras mayor sea esta velocidad, mayor es la capacidad de procesamiento del sistema.

Elementos de Programación de los Sistemas de Procesamiento de la Información (Software). Refieren a los Lenguajes, Programas, Protocolos y Procedimientos requeridos para la configuración, operación y mantenimiento de los SPI's. A continuación se definen los conceptos básicos englobados por este término:

Archivo. Es un conjunto de juegos de datos, interrelacionados entre sí y con estructura uniformizada, que contienen información sobre formatos, textos, magnitudes, vectores, instrucciones, procedimientos o protocolos, que en su conjunto son tratados como una sola entidad.

Base de Datos: Son un conjunto sistematizado y organizado de datos, los cuales se interrelacionan de cierta forma. La finalidad de una Base de Datos es la de permitir un manejo más eficiente de estos datos.

Programa: Juego de instrucciones dispuestas en una secuencia adecuada para conducir a una computadora digital a realizar la operación, u operaciones deseadas.

Lenguaje: Conjunto definido de caracteres que sirven para formar símbolos, palabras, etc., así como las reglas para combinar estos caracteres componiendo comunicaciones significativas, p.e. FORTRAN, COBOL, C, ALGOL, etc.

Sistema Operativo: Colección integrada de rutinas de servicio para supervisar el secuenciamiento y procesamiento de programas por parte de la computadora.

Ambiente: Entorno operativo que se integra con el Sistema operativo en el cual cada aplicación activa se visualiza en una pantalla movable y redimensionable, a fin de facilitar el uso los recursos de las computadoras p.e. WINDOWS, X-WINDOWS. En el caso del Windows NT desde su concepción, el ambiente y el Sistema Operativo se encuentran integrados en un solo paquete.

Paquete: Conjunto de programas de computadoras que se utilizan en una aplicación particular, tal como paquetes de nóminas/personal, paquetes de subrutinas científicas, etc. En la actualidad se han desarrollado paquetes de aplicación más generalizada con diferentes enfoques que facilitan el manejo de los recursos de las computadoras, tales como editores de texto, editores de gráficos y de dibujos, manejadores de bases de datos, hojas de cálculo, agendas, etc.

Constituyentes físicos de los Sistemas de Procesamiento de la Información (Hardware): Refiere a los sistemas, dispositivos y accesorios requeridos por los SPI's para su programación, operación y mantenimiento. Los principales constituyentes físicos de los SPI son los sig.:

Unidad Central de Procesamiento (Central Process Unit, CPU): Es el dispositivo de los SPI que realiza las funciones de manipulación y ordenamiento de la información que recibe, con una finalidad predeterminada. El CPU a su vez se

constituye de una Unidad Aritmético-Lógica (ALU), de una Unidad de Control y de la memoria de trabajo necesaria para realizar sus funciones.

Sistema de Comunicaciones: Engloba a todos los dispositivos, canales de comunicaciones, accesorios, programas y protocolos requeridos para asegurar la transmisión eficiente, congruente y segura de información entre los diferentes constituyentes de los SPI's

Canales de Comunicaciones: Son los medios físicos por los cuales la información es transmitida internamente o externamente al SPI. Se diferencian tres tipos de Canales de Comunicación; de Control, de Direccionamiento y de Datos o Información.

Puertos de Entrada: Constituyen los medios físicos e informáticos por los cuales los datos recibidos del entorno, de acuerdo con cada caso en específico, son validados en rango, demodulados, multiplexados o en su caso digitalizados para poder ser utilizados por los SPI.

Puertos de Salida: Constituyen los medios físicos e informáticos por los cuales los resultados obtenidos por los SPI, de acuerdo con cada caso en específico, son demultiplexados, modulados o adecuados en rango para ser interpretados por dispositivos exteriores a este SPI.

Periféricos: Engloba a todos los dispositivos que envían información a los SPI's o interpretan los resultados de los SPI y los presentan de forma consistente para el SPI, para el elemento humano o para otro dispositivo externo al SPI. Los periféricos pueden ser impresoras, video copiadoras, teclados, controladores del cursor, monitores, memorias removibles, etc. A los periféricos también se les conoce como interfaces Hombre-Máquina.

Memorias: Representan los medios físicos e informáticos por los cuales se almacena temporal o permanentemente, información para ser usada por los SPI, o bien, resultados generados por estos sistemas. Existen varios tipos de memorias, las que se clasifican de diferentes maneras tales como permanentes o no permanentes, fijas o removibles, magnéticas, ópticas, etc.

Niveles de los Sistemas de Procesamiento de la Información:

Computadoras (Mainframes): Se refiere a los ordenadores grandes en tamaño, potencia y velocidad de ejecución. Su estructura es la misma de un ordenador más reducido (CPU, memoria principal y periféricos de entrada/salida), pero la diferencia estriba en la potencialidad de estos elementos cuya propiedad importante es que trabajan en modo multiusuario, siendo útiles en la implantación de redes de computadores.

Minicomputadoras: Computador a mediana escala que funciona como una sola estación, o como el sistema multiusuario de hasta varios cientos de terminales. En la actualidad, el término "rango medio" se está haciendo popular para computadores de tamaño medio. Los microcomputadores a gran escala y los mainframe a pequeña escala tienen una relación directa en cuanto a precio y desempeño de los minicomputadores. Por lo general suele tratarse de un sistema binario en paralelo que utiliza una longitud de palabra de 8, 12, 16, 18, 24 o 36 bits que lleva incorporada una memoria de núcleos magnéticos o de semiconductor, que ofrece desde palabras de 4K a palabras de 64K de almacenamiento y una duración de ciclo operativo de 0.2 a 8 microsegundos o un tiempo inferior.

Microcomputadoras: Se refiere a un sistema completo de cómputo de pequeñas dimensiones, constituido por elementos de hardware y software y cuyos bloques de procesamiento principales están constituidos por circuitos integrados de semiconductores. La diferencia con una minicomputadora estriba en el precio, tamaño, velocidad de procesamiento y potencia de cálculo. El hardware de estas microcomputadoras está constituido por una unidad de microprocesamiento (MPU), almacenamiento de ROM y de RAM para programas y datos; circuitos de reloj, interfaces de entrada/salida, controladores, registros selectores y circuitos de control tal como se puede apreciar en el diagrama a bloques de un microprocesador. Las fuentes de alimentación, las consolas de control y el armario están separados. Las ventajas de su pequeño tamaño, poco peso, pequeña potencia y de su alta fiabilidad se añaden a la capacidad para modificar y fomentar con facilidad, las funciones de sistema de microcomputadora mediante cambios en el software. Muchos sistemas de 16 bits y de 32 bits pueden sustituir a computadoras de unidad central.

Microprocesador: Es la unidad central de procesamiento (CPU) de semiconductor y uno de los componentes principales de la microcomputadora. Los elementos del microprocesador suelen estar contenidos en un solo chip o dentro de la misma cápsula, pero a veces están distribuidos en varios chips independientes. En una microcomputadora con un juego de instrucciones fijas, el microprocesador está constituido por la unidad aritmético-lógica y la unidad lógica de control. En una microcomputadora con un juego de instrucciones microprogramadas, el microprocesador contiene una unidad de memoria de control suplementaria.

Supercomputadoras: El computador más veloz disponible. Se utiliza generalmente para simulaciones en la exploración y producción petrolera, análisis estructural, dinámica computacional de fluidos, física y química, diseño electrónico, investigación de energía nuclear y meteorología. Se emplea también para gráficas animadas en tiempo real. Dentro de las características principales que se pueden mencionar se incluyen: contiene 300 mil circuitos con una duración del ciclo de trabajo de un nanosegundo, incluye una memoria caché de 256K bytes con un acceso de dos nanosegundos y con una memoria principal de 64 Megabytes con un acceso de 7 nanosegundos.

ANEXO D

GLOSARIO SOBRE CONTROL AUTOMATICO

ANEXO D

GLOSARIO SOBRE CONTROL AUTOMÁTICO

Control: Acción o conjunto de acciones, que busca(n) conformar una magnitud variable, o conjunto de magnitudes variables, en un patrón predeterminado.

Circuito de Control: Arreglo de dispositivos cuya finalidad es la de mantener un proceso dado, dentro de un patrón de comportamiento predeterminado. Un circuito de control típicamente consta de un elemento primario de medición o sensor; un elemento secundario o transmisor; un elemento de decisión y acción o controlador; uno o varios elementos finales de control y los dispositivos necesarios para acoplar señales.

Circuito de Control Abierto: Es un circuito de control en el que el elemento de decisión y acción lo constituye el elemento humano.

Circuito de Control Cerrado: Es un circuito de control en el que el elemento de decisión y acción es un dispositivo de funcionamiento automático.

MAGNITUDES DE CONTROL

Variables Controladas: Son las magnitudes objeto del control; normalmente son las variables que se miden. Estas variables se denotan como Variable Controlada ($c(t)$), como Variable de Proceso (PV), como Medición (Meas), etc.

Variables Manipuladas: Sobre estas magnitudes se efectúan las acciones de control. La variable manipulada puede o no ser la misma que la Variable Controlada. Esta magnitud se denota como Variable Manipulada ($m(t)$), como Salida de Control (out, OP), etc.

Variables de Referencia: Representan el patrón sobre el cual se desea fijar el resultado de las acciones de control. Cuando las magnitudes de referencia son funciones variables con respecto al tiempo, se denotan como $R(t)$. Cuando estas variables tienen un valor relativamente constante, con respecto al tiempo, se les conoce como punto de ajuste o valor consigna (SP o PA).

Variables de Disturbio: Estas magnitudes son la razón de la aplicación de las técnicas de control sobre los procesos, ya que si no estuvieran presentes, no habría ningún cambio en las otras variables. Estas magnitudes también son conocidas como ruido, si el ruido es de patrón definido, se le conoce como ruido rosa; si el ruido no representa un patrón definido, se le conoce como ruido blanco. A las variables de disturbio se les denota como $D(t)$.

TEORÍAS DEL CONTROL AUTOMÁTICO

Teorías del Control Automático: Son modelos matemáticos que interrelacionan el comportamiento de las variables controladas de un proceso, referidas a la naturaleza de este y a los disturbios que lo afectan, buscando lograr su estabilidad y desempeño óptimo.

Existen varios enfoques para definir estas interrelaciones, así como existen varios tipos de modelos cuya complejidad dependerá del objetivo que se persiga con la modelación. Las principales corrientes se definen en la Teoría Clásica del Control Automático y en la Teoría Moderna del Control Automático.

Teoría Clásica del Control Automático: Esta teoría fue la primera en ser desarrollada, a partir de los trabajos que James Watt realizara el siglo pasado para el control de turbinas de vapor mediante gobernadores de bolas.

En este enfoque solo se consideran modelos con Una Entrada-Una Salida o SISO (del inglés Single Input-Single Output), que ocurren en el dominio de la frecuencia compleja.

Estas restricciones solo permiten que se manejen procesos invariables en el tiempo, relativamente lineales y con tiempos muertos moderados, lo que en general aplica para aproximadamente de 95% de los casos de control que se presentan en aplicaciones industriales.

Su expresión matemática se conoce como ecuación de control PID, esto es, la ecuación define el comportamiento de un sistema de control con tres modos que son el Proporcional, el Integral y el Derivativo, los que se conjuntan en la siguiente ecuación:

$$(1) \quad m(t) = K_c \cdot e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) \cdot dt + T_d \cdot \frac{de(t)}{dt} + M_o \quad \text{donde:}$$

$m(t)$ es la variable manipulada

$e(t)$ es el error y a su vez es igual a $R(t) - c(t)$

$R(t)$ es la variable de referencia o punto de ajuste

$c(t)$ es la variable controlada

K_c es la ganancia del controlador

T_i es el tiempo de Integral

T_d es el tiempo de Derivada

M_o es la constante de polarización del controlador
(normalmente 50%)

El procesamiento de la ecuación (1) requiera poca capacidad de calculo, pero el ajuste de esta ecuación solo puede realizarse con métodos heurísticos o de caracterización-entonamiento, los que si requieren una capacidad de calculo considerable, aunque normalmente no proporcionan ajustes óptimos.

Teoría Moderna del Control Automático: A partir de los trabajos realizados por Wiener en la Segunda Guerra Mundial, se comenzó a desarrollar la Teoría Moderna del Control Automático, basada en la notación de estado, que se utilizaba con anterioridad en el estudio de la Mecánica Dinámica.

La notación de espacios de estado es una manera conveniente de representar sistemas de ecuaciones diferenciales de orden "n" (acopladas o no acopladas), de tal forma que sean expresadas como ecuaciones de vectores-matrices. Esto permite que los sistemas dinámicos puedan ser manipulados, transformados y estudiados mediante procedimientos sencillos de álgebra lineal.

Este enfoque permitió que se mejorara el desempeño de los Modelos Matemáticos, lo que permitió que se puedan manejar modelos de Entradas Múltiples-Salidas Múltiples o MIMO (del ingles Múltiple Input-Múltiple Output), que se manifiestan en el dominio del tiempo.

Este modelo permiten que se manejen procesos variables en el tiempo, con fuertes no linealidades y con cualquier tiempo muerto, por lo que en general aplica a casos de control que no se pueden manejar satisfactoriamente con la ecuación PID.

La Ecuación de Estado de Control Automático, es la siguiente:

$$(2) \begin{cases} \dot{x}(t) = A \cdot x(t) - B \cdot u(t) \\ y(t) = C \cdot x(t) \end{cases} \quad \text{donde:}$$

- x(t) es el vector de las variables de estado (de magnitud n x 1)
- u(t) es el vector de las variables manipuladas (de magnitud m x 1)
- y(t) es el vector de las variables de salida (de magnitud j x 1)
- A es la matriz de parámetros de estado (de magnitud n x n)
- B es la matriz de parámetros de entrada (de magnitud m x n)
- C es la matriz de parámetros de salida (de magnitud j x n)

Con la finalidad de tener una analogía con otras cantidades o parámetros, se puede establecer lo siguiente:

- x(t) **se puede interpretar como la salida de los integradores o elementos de retraso, en un diagrama de bloques o de señales del proceso; este vector es de orden consistente con el orden del proceso dinámico**
- u(t) **es la lista de cosas que se pueden ver o medir del proceso dinámico**
- y(t) **es la lista de variables que son usadas para controlar o que alteran el proceso dinámico**

El procesamiento de las ecuaciones (2) requieren una gran capacidad de calculo, pero el ajuste de esta ecuación se realiza con métodos mas directos, los que normalmente proporcionan ajustes óptimos.

Se puede considerar que la Teoría Moderna del Control Automático es de carácter general, ya que la Teoría Clásica del Control Automático es un caso particular de esta.

ESQUEMAS DE CONTROL

Control Lógico: La naturaleza de las Variables Controladas, en este esquema es de carácter booleano o discreto, esto es solo presentan dos estados; existencia o no existencia, 1 ó 0, Si o No. La finalidad de este esquema de control es la de conformar los estados de una serie de variables booleanas con respecto a patrones o combinaciones de referencia predefinidos. Los patrones predefinidos buscan el cambio ordenado de las condiciones de operación, la detección y manejo de condiciones anormales y en caso crítico el paro ordenado de los procesos.

Control Regulatorio: En este esquema de control la variable controlada, de naturaleza continua, busca igualar a la variable de referencia $R(t)$, que en este caso es normalmente constante. Dentro del control regulatorio se pueden diferenciar varios niveles los que dependerán de la complejidad de los algoritmos aplicados, así tenemos que de menor a mayor complejidad estos niveles se clasifica como Control Regulatorio Convencional, Control Avanzado, Control de Optimización y Control Gerencial.

Control Regulatorio Convencional: En este esquema de control, la variable controlada $c(t)$ busca igualar a la referencia $R(t)$, la que normalmente es de naturaleza constante o poco variante con respecto al tiempo, esto mediante la modificación de la variable manipulada $m(t)$. La ecuación que define a este esquema de control es la ecuación PID, así como combinaciones sencillas de circuitos de control. El principal objetivo de este tipo de control la estabilización de los procesos.

Control Avanzado de Procesos: El objetivo de este tipo de control es aumentar la controlabilidad de los procesos, esto es, la habilidad de los circuitos de control de

manejar condiciones cambiantes en rangos cada vez mas amplios, lo que en algunos casos se logra mediante la aplicación de técnicas complementarias al control PID, mientras que en otros se requiere la aplicación de técnicas relativas a la Teoría Moderna del Control Automático.

Del Control Avanzado de Procesos, se diferencian tres niveles los que se caracterizan por su grado de complejidad matemática, los que son:

i. Control Avanzado de Bajo Nivel. Se caracteriza por utilizar recursos sencillos de procesamiento y compensación de señales y circuitos prealimentados.

ii. Control Avanzado de Medio Nivel. Utiliza técnicas mas complejas para el control, requiriendo normalmente para su procesamiento de dispositivos auxiliares de calculo, los ejemplos mas comunes de este tipo de técnicas son las siguientes:

- * Control Adaptivo
- * Autoentonamiento
- * Lógica Difusa
- * Control por Restricciones
- * Control Predictivo
- * Modelación Estática de los Procesos
- * Control Estadístico de Calidad
- * Control Multivariable/Desacopladores
- * Sistemas Expertos

iii. Control Avanzado de Alto Nivel. En este nivel se consideran los métodos mas avanzados del control, los que para su aplicación requieren de una labor muy especializada, necesitándose el uso de procesadores de muy alta capacidad, que generalmente son minicomputadores del tipo VAX o similares. En esta clasificación se tienen a las siguientes estrategias:

- * Control Multivariable Predictivo
- * Sistemas Neuronales
- * Integración a Gran Escala

Control de Optimización: Mientras que los objetivos del Control Regulatorio Convencional y del Control Avanzado de Procesos, son de carácter preponderantemente operativos (aunque con inherentes beneficios económicos), el objetivo del Control de Optimización es el de aumentar la productividad de los procesos, lo que solo se puede realizar después de haber aplicado los dos esquemas anteriores.

El tipo de modelos que se utilizan en este esquema requieren una capacidad de procesamiento muy grande, y en algunos casos información actualizada de costos de insumos, de productos y así como de políticas corporativas, ya que estos modelos hacen interactuar aspectos técnicos y económicos. Las estrategias que se clasifican dentro de este esquema son las siguientes:

- Modelación Dinámica de Procesos
- Modelación Económica
- Control de Inventarios
- Programación de la Producción
- Rutinas de Mantenimiento
- Control de la Calidad
- Asignación de Recursos

Control Gerencial: Aunque las estrategias que se incluyen en esta clasificación, se pueden considerar dentro del ámbito meramente administrativo, su estructura aun se define por los lineamientos de la Teoría del Control. El objetivo de estas estrategias es el aumento de las utilidades de los procesos, clasificándose las siguientes:

- Control de Nominas
- Control de Personal
- Contabilidad
- Control Financiero
- Establecimiento de Políticas
- Sistemas Gerenciales de Procesamiento de Información

Control Secuencial: En este esquema de control, las variables controladas también son de naturaleza booleana, la finalidad de este tipo de control es el de permitir la ocurrencia ordenada, de determinados eventos en un orden preestablecido. En este tipo de control también se realizan acciones de control Lógico, por lo que es común que se relacionen estos dos últimos esquemas de control como Control Lógico/Secuencial.

Control Servo o de Seguimiento: Similarmente al Control Regulatorio, la Variable Controlada de naturaleza continua, busca seguir y en su oportunidad igualar a la Variable de Referencia $R(t)$, la que en este caso es una función variante con respecto al tiempo.

ANEXO E

**GLOSARIO SOBRE SISTEMAS DE
CONTROL DIGITAL**

ANEXO E

GLOSARIO SOBRE SISTEMAS DE CONTROL DIGITAL

Sistema Digital: Sistema de Procesamiento de la Información, que basa su operación en el manejo de magnitudes digitales.

Sistema de Control Digital: Este término define a un sistema cuyo principal objetivo es la supervisión y el control en tiempo real, de las condiciones de operación de un proceso industrial, basando su operación en las teorías del control automático y utilizando un Sistema de Procesamiento de la Información como estructura básica.

Tipos de Variables: A diferencia de los Sistemas de Procesamiento de la Información utilizados en aplicaciones administrativas, los Sistemas de Control Digital manejan una gama más amplia de magnitudes, en este caso variables en el tiempo y las que pueden ser transmitidas por señales de naturaleza analógica o digital.

Señales Analógicas: Representan variables continuas, cambiantes en el tiempo, en las que un valor de entrada en la curva de comportamiento de estas variables, corresponde a un solo valor de salida. De acuerdo con el origen de la señal se tienen los siguientes casos:

Señales Analógicas de Entrada: Son señales variables que transmiten información analógica de la instrumentación de campo hacia el Sistema de Control Digital. La naturaleza de estas señales depende del principio de operación de los instrumentos en campo o del tipo de transmisor que se utilice. Estas señales pueden ser de dos tipos

De Alto Nivel (High Level Analog Input, HLAI): con rangos de 4-20 mA o de 1-5 V, más comúnmente.

De Bajo Nivel (Low Level Analog Input, LLAI): con rangos de mV para termopares o con rangos de variación de resistencia para RTD's.

Señales Analógicas de Salida (Analog Output, AO): Son señales variables que transmiten información analógica del Sistema de Control Digital hacia la Instrumentación de campo. En este caso, el rango que se utiliza casi exclusivamente es del de 4-20 mA.

Señales Digitales: Representan variables discontinuas que representan normalmente dos estados discretos o binarios (tales como 0-1, SI-NO, Existe-No existe, etc.), cambiantes en el tiempo en las que un valor de entrada en la curva de comportamiento de estas variables, corresponde a un solo valor de salida. De acuerdo con el origen de la señal se tienen los siguientes casos:

Señales Digitales de Entrada (DI): Son señales variables que transmiten información digital de la instrumentación de campo hacia el Sistema de Control Digital. La naturaleza de estas señales normalmente es 0-24 VCD ó 0-120 VCA, así mismo estas señales pueden ser energizadas por el SCD (secas) o energizadas externamente al SCD (húmedas).

Señales de Salida (DO): Son señales variables que transmiten información digital del Sistema de Control Digital hacia la instrumentación de campo. La naturaleza de estas señales normalmente es 0-24 VCD ó 0-120 VCA, así mismo estas señales pueden ser energizadas por el SCD (secas) o energizadas externamente al SCD (húmedas).

Señales Protocolizadas: Representan variables continuas o discontinuas, cambiantes en el tiempo, pudiendo ser analógicas o digitales. Estas señales pueden enviar o recibir información de o en el Sistema de Control Digital y su naturaleza es un código digital o analógico/digital tales como el HART (Highway Addressable Remote Transducer) o el DE (Digital Enhanced). La ventaja de estas señales es la poder transmitir información adicional a la variable de proceso, tal como son rangos, calibraciones, compensaciones.

Esquemas de los Sistema de Control Digital. De acuerdo con la funcionalidad esperada del Sistema de Control Digital, se estructura su arquitectura y topología para lograr dicha funcionalidad, algunos esquemas pueden ser complementarios, mientras que otros son sustituidos. Estos esquemas son los siguientes:

Sistemas de Adquisición de Datos (SAD). En este esquema solo se recopila información de las variables del proceso o de otro sistema de control asociado, para ser procesada de acuerdo con los algoritmos o modelos necesarios y de esta forma obtener información estadística del comportamiento del proceso o del Sistema de Control asociado, tales como desplegados gráficos, sumarios, balances, índices, reportes, etc. En este esquema, no se ejerce ninguna acción directa sobre el proceso.

Sistemas de Control Supervisorio (SCS): Este tipo de sistemas ya ejercen acción sobre los Sistemas de Control asociados, principalmente a través de la

modificación de los puntos de ajuste de los controladores, de acuerdo con los algoritmos o modelos con que se haya dotado al SPI. Los SCS son muy similares a los SAD en su estructura, con la salvedad que ahora existe transmisión de información desde el SPI. Este esquema es el utilizado en Control Avanzado de Procesos (CAP).

Sistemas de Control Digital Directo (SCDD): En este esquema los SPI adquieren la función del procesamiento en tiempo real de los algoritmos de control PID, además de las funciones de adquisición de datos antes descritas. Durante el periodo en que fueron aplicados los SCDD (en la década de los 60's), la confiabilidad y capacidad de los SPI's que entonces se basaban en "Mainframes" era muy pobre, aunado a que su costo era muy alto implicó que su utilización fuera muy limitada.

Cuando se requería una alta confiabilidad, se necesitaba incluir redundancias en los sistemas, lo que incrementaba aun más los costos y el trabajo de mantenimiento. Los SCDD dejaron de utilizarse como tales, incluyéndose este concepto en los Sistemas de Control Distribuido con distribución funcional únicamente.

Sistemas de Control Distribuido (SCD): El concepto que revolucionó la aplicación de los Sistemas de Control Digital, fue el desarrollo de los microprocesadores, que permitieron la distribución de las funciones de los sistemas en varios procesadores independientes interconectados en red, con una mayor capacidad y confiabilidad y con menores costos de adquisición. El desarrollo de los SCD's implicó el desarrollo de los Sistemas Operativos Distribuidos que permitieron a la red de procesadores compartir y modificar la información global del SCD sin conflictos ni pérdida de información.

Dentro de los esquemas de los SCD's se pueden tener centralizados a los procesadores en un mismo recinto, distribuyéndose únicamente las funciones de estos, razón por la cual se le conoce a este esquema como "Distribución Funcional". En el caso de que solo se tuviera un procesador en el SCD, se podría considerar que se cumple con el esquema del Sistema de Control Digital Directo, sin embargo la confiabilidad, capacidad y funcionalidad ahora obtenida es mucho mayor, siendo el costo comparativo más bajo.

Cuando los procesadores se distribuyen geográficamente en el área de la planta, se tiene el esquema de "Distribución Geográfica y Funcional", reduciéndose de esta manera las distancias requeridas para el cableado del SCD, reduciéndose a su vez significativamente los gastos para la instalación eléctrica. Sin embargo,

existen problemas en las rutinas de mantenimiento de los SCD's con este esquema, ya que no es factible abrir los gabinetes de los SCD's estando energizados estos, en las zonas con clasificación eléctrica riesgosa debido a el peligro de incendio o explosiones, a este problema sería la instalación de los gabinetes dentro de cabinas con presión positiva, lo que incrementa significativamente el costo de instalación de los SCD's.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- | | |
|--|---|
| 1. Catalogo 10 Fisher Controls 1974 | Fisher Controls Marshalltown, Iowa USA |
| 2. Instrumentación Electrónica de Procesos Industriales UNAM 1991 | Difusión de Educación Continua México, D.F. |
| 3. Estrategias para la Automatización Integral de Plantas Industriales IMP 1991 | Enrique Solis Canedo México, D.F. |
| 4. Estándar para la Configuración de las Bases de Datos, Construcción de Desplegados Gráficos y Procesamiento de la Información para los Sistemas de Control Distribuido IMP 1995 | Rodolfo Cigala José Luis Pérez Navarro Alejandro Ramirez García México, D.F. |
| 5. Curso "Soluciones Totales en Automatización" IMIQ/Honeywell 1993 | Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, A.C./Honeywell México, D.F. |
| 6. Introducción a la Tecnología del Control Digital IMP 1990 | Instituto Mexicano del Petróleo México, D.F. |

- | | |
|---|---|
| 7. Apuntes del Curso "Temas Selectos Sobre Control Digital de Procesos" | Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos/Instituto Mexicano del Petróleo México, D.F. |
| IMP 1994 | |
| 8. Curso Introductorio para la Operación de Sistemas de Control Distribuido | José Luis Pérez Navarro México D.F. |
| IMP 1992 | |
| 9. Ponencia. "Estrategias de Cambio de Sistemas de Control Neumático y Electrónico Analógico Obsoleto, a Electrónico Digital Moderno" | José Luis Pérez Navarro México D.F. |
| IMP 1989 | |
| 10. Principles and Practice of Flow Meter Engineering, 9ª Edición The Foxboro Company 1972 | L.K. Spink Massachusetts, USA |
| 11. Instrument Engineers Handbook Radnor 1982 | Liptak-Venezel Pennsylvania, USA |
| 12. Curso "Tendencias Tecnológicas de los Sistemas de Control Distribuido y su Especificación" Sociedad de Instrumentistas de América, Sección México. 1995 | José Luis Pérez Navarro Daniel Medrano Villagran Mario A. Lazaro de la Cruz México, D.F. |
| 13. Standars and Practices for Instrumentation, 9th. Edition ISA 1982 | Instrument Society of America Research Triangle Park N.C. USA |

OTRAS REFERENCIAS

Ingeniería Básica y de Detalle del Proyecto de las Plantas de Destilación Atmosférica y al Vacío No. 2 de la Refinería en Salina Cruz, Oax: Bases de Diseño, Descripción del Proceso, Diagramas de Flujo de Proceso, Diagramas de Tubería e Instrumentación, Índice de Instrumentos, Diagramas Funcionales, Hojas de Especificaciones de Instrumentos (Documentación IMP)

Ingeniería Básica y de Detalle del Proyecto de Modernización de los Sistemas de Instrumentación y Control de las Plantas de Destilación Atmosférica y al Vacío No. 2 de la Refinería en Salina Cruz, Oax: Diagramas de Tubería e Instrumentación, Índice de Instrumentos, Diagramas Funcionales, Hojas de Especificaciones de Instrumentos, Esquemas de los Desplegados Gráficos, Sumario de Funciones y Entradas/Salidas del SCD y los Libros del Sistema de Control Avanzado (Documentación IMP).