

117
rej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



SISTEMAS DE MONITOREO Y CONTROL DE INVENTARIOS EN UNIDADES DE REFINACION

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERA QUIMICA
P R E S E N T A
MARIA DELTA PICAZO CORDOVA

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Jurado asignado según el tema:

Presidente	Prof. ERNESTO PEREZ SANTANA
Vocal	Prof. ALBERTO BREMAUNTZ MICHAVILA
Secretario	Prof. CELESTINO MONTIEL MALDONADO
1er. Suplente	Prof. FRANCISCO JAVIER CASTRO BARRERA
2do. Suplente	Prof. ALEJANDRO VILLALOBOS HIRIART

Sitio donde se desarrolló el tema:

SEN DEN, S.A. DE C.V.

Calle el Rélox #30, col. Chimalistac, México, D.F.

Asesor:


I.F. Alberto Bremauntz Michavila.



Sustentante:


María Delta Picazo Córdova.

INDICE

INTRODUCCION	1
1 NECESIDADES DEL SISTEMA	
1.1 Requerimientos	2
1.2 Procedimientos actuales del cálculo de balances	4
1.3 Sistema global propuesto para la realización de los balances máscicos de inventarios	7
1.3.1 Funciones del sistema de balances	9
1.3.2 Aplicaciones del sistema de balances	10
1.3.3 Niveles funcionales del sistema de balances	16
1.3.4 Instrumentación	18
2 HARDWARE	
2.1 Equipo de comunicación de datos	38
2.1.1 Medidores de nivel servoperados	44
2.1.2 Medidores de flujo máscico de líquidos tipo coriolls	48
2.1.3 Medidores ultrasónicos de flujo volumétrico de líquidos	48
2.1.4 Medidores térmicos de inserción para flujo máscico de gases	51
2.1.5 Medidores ultrasónicos de inserción para flujo máscico de gases	51
2.1.6 Interruptores para alarmas de presión	54
2.1.7 Interruptores para alarmas de nivel	54
2.2 Equipo de adquisición de datos	57
2.2.1 Características	57
2.2.2 Opciones	59
2.2.3 Selección del sistema	64
2.2.4 Especificaciones detalladas del equipo de adquisición de datos	70
2.2.4.1 Módulo Controlador de Proceso	70
2.2.4.2 Módulo de Interfase con Sistemas de Campo	82
2.2.5 Hojas de especificación del equipo de adquisición de datos	84

2.3	Redes de comunicación	
2.3.1	Características	95
2.3.2	Especificaciones detalladas de las redes de comunicación	103
2.3.2.1	Red Local del Sistema de Control Distribuido	103
2.3.2.2	Red de Proceso del Sistema de Control Distribuido	105
2.3.2.3	Red de Comunicación Ethernet	109
2.3.3	Hojas de especificación de redes de comunicación	112
2.4	Equipo de cómputo para procesamiento de información	117
2.4.1	Especificaciones detalladas del equipo de cómputo para procesamiento de información	117
2.4.1.1	Estación de Operación Central	117
2.4.1.2	Computadora DEC-VAX 4000	123
2.4.1.3	Módulo de Interfase con computadora DEC-VAX 4000	125
2.4.1.4	Módulo de Aplicaciones	126
2.4.1.5	Módulo de Historia	126
2.4.2	Hojas de especificación del equipo de procesamiento de información	130
2.5	Diagramas de arquitectura	143
3	SOFTWARE	
3.1	Interfase hombre-máquina (gráficos dinámicos)	154
3.2	Reportes generados por el sistema	156
3.3	Software de aplicación en línea	168
a)	Gera: Módulo de Balances de Materiales	169
b)	Algobac: Sistema de Datos de Tanques y Monitoreo	187
c)	Sistema de Movimiento de Materiales	189
4	CONCLUSIONES	191
	BIBLIOGRAFIA	194

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Fig.1	Diagrama funcional del sistema de balances	8
Fig.2	Aplicaciones del sistema de balances	11
Fig.3	Control estadístico de procesos	13
Fig.4	Control de mezclado	14
Fig.5	Logística general de inventarios	15
Fig.6	Niveles funcionales del sistema de balances	17
Fig.7	Diagrama típico de instalación de los medidores servo-operados	19
Fig.8	Esquema funcional del medidor de flujo másico tipo coriolis	22
Fig.9	Arreglo para los medidores tipo coriolis	23
	Índice de instrumentos	27
Fig.10	Circuitos del puerto RS-232-C	40
Fig.11	Comunicación de campo de los tanques de almacenamiento	45
Fig.12	Diagrama de lazo de tanques atmosféricos de almacenamiento	46
Fig.13	Diagrama de lazo de tanques presurizados de almacenamiento	47
Fig.14	Diagrama de lazo de un medidor de flujo másico tipo coriolis	49
Fig.15	Diagrama de lazo de un medidor ultrasónico de flujo volumétrico	50
Fig.16	Diagrama de lazo de un medidor térmico de inserción	52
Fig.17	Diagrama de lazo de los medidores ultrasónicos de inserción	53
Fig.18	Diagrama de lazo de los interruptores para alarmas de presión	55

Fig.19	Diagramas de lazo de los interruptores para alarmas de nivel	56
Tabla 1	Selección del equipo de adquisición de datos	65
Tabla 2	Selección del sistema de control distribuido	67
Fig.20	Interfase con el procesador de E/S (SI-IOP)	75
Fig.21	Arreglo de tarjetas en el Módulo Controlador de Proceso	81
	Hojas de datos del Módulo Controlador de Proceso	85
	Hojas de datos del Módulo de Interfase con Sistemas de Campo	93
Fig.22	Redes con paso de testigo en bus y en anillo	102
Fig.23	Formatos y niveles Ethernet	111
	Hojas de datos de la Red Local del Sistema de Control Distribuido	113
	Hojas de datos de la Red de Proceso del Sistema de Control Distribuido	115
	Hojas de datos de la Red Ethernet	116
	Hojas de datos de la Estación de Operación Central	131
	Hojas de datos de la Computadora VAX 4000	134
	Hojas de datos del Módulo de Interfase con VAX 4000	136
	Hojas de datos del Módulo de Aplicaciones	139
	Hojas de datos del Módulo de Historia	140
	Hojas de datos del Módulo de Interfase con Redes de Control Distribuido	142
Fig.24	Nomenclatura	144
Fig.25	Diagrama de arquitectura	145
Fig.26	Diagrama de arquitectura del SCD	146
Fig.27	Diagrama de arquitectura LAN-MIS	147
Fig.28	Diagrama de arquitectura redes de campo	148

Fig.29	Diagrama de arquitectura SCD	149
Fig.30	Diagrama de arquitectura redes de campo	150
Fig.31	Diagrama de arquitectura redes de campo	151
Fig.32	Diagrama de arquitectura redes de campo	152
Fig.33	Diagrama de arquitectura redes de campo	153
Fig.34	Reporte de tanques atmosféricos individuales pág.1	157
Fig.35	Reporte de tanques atmosféricos individuales pág.2	158
Fig.36	Reporte de esferas individuales pág.1	159
Fig.37	Reporte de esferas individuales pág.2	160
Fig.38	Reporte de ductos individuales pág.1	161
Fig.39	Reporte de ductos individuales pág.2	162
Fig.40	Reporte del balance en tiempo real Reconciliación de datos	163
Fig.41	Reporte del balance en tiempo real Entradas, salidas, almacenado	164
Fig.42	Reporte del balance diario Entradas, salidas, almacenado	165
Fig.43	Reporte del balance diario Consumo interno, pérdidas	166
Fig.44	Reporte del balance en tiempo real Consumo interno, pérdidas	167
Fig.45	Diagrama funcional del software de aplicación OASYS	190

RESUMEN

Este trabajo propone la implementación de un sistema global que automatice el cálculo de los balances básicos de inventarios de una refinería, con un sistema moderno, ágil y eficiente, que permita lograr una mayor confiabilidad en los datos, cálculos y oportunidad de los reportes.

Para cumplir estos objetivos, se contempla un sistema de control distribuido que recabe la información proveniente del campo, para posteriormente depurarla y manipularla, de manera tal que permita supervisar el estado de inventarios en la refinería en tiempo real. En el diseño de estos sistemas se consideran los siguientes criterios principales:

- Monitoreo en tiempo real.
- Distribución geográfica y funcional.
- Integración de sistemas de comunicaciones digitales.
- Alta capacidad de procesamiento.
- Redundancia.
- Modularidad.

El uso de herramientas de automatización añadido a una adecuada ingeniería de integración conforman una de las alternativas más viables para elevar los niveles de competitividad en la industria nacional.

La industria mexicana de la refinación enfrenta actualmente una fuerte competencia internacional debido a la situación actual del mercado mundial del petróleo y a las perspectivas que presenta el Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos y Canadá.

Esta situación ha acelerado la búsqueda de nuevas propuestas para modernizar las unidades de refinación, llevándolas a niveles que permitan enfrentar la próxima competencia internacional. En dichas propuestas juegan un papel preponderante la adopción de tecnologías de punta en los sistemas digitales de control de procesos.

El objetivo de esta tesis es el automatizar el cálculo del balance másico global de una unidad de refinación con un sistema moderno, ágil y eficiente que permita lograr un monitoreo y control de inventarios con una mayor confiabilidad en los datos, cálculos y oportunidad de los reportes.

El control adecuado de los balances másicos globales de una planta productiva de esta naturaleza resulta sumamente importante, ya que permitiría en términos generales:

- evitar grandes pérdidas económicas derivadas de considerar válidos, valores aproximados en los balances globales de la planta,
- inferir las producciones individuales necesarias por cada planta y así alcanzar la producción deseada de un producto en particular,
- elevar la rentabilidad en la obtención de los productos y de esta manera evaluar las utilidades obtenidas durante el proceso,
- servir como plataforma para la ejecución de programas gerenciales de alto nivel.

Cabe mencionar que esta tesis fue realizada paralelamente al desarrollo de los proyectos de "Medición de Balances Másicos Globales" ejecutados por la compañía SEN DEN, S.A. de C.V., para las refinerías "Héctor R. Lara Sosa" en Cadereyta, Nuevo León, y "Miguel Hidalgo" en Tula, Hgo., de Petróleos Mexicanos.

CAPITULO 1

NECESIDADES DEL SISTEMA

1.1 REQUERIMIENTOS

El principal objetivo de la implementación del sistema global de balances máscicos de inventarios es el automatizar el cálculo del balance máscico global de una refinería, con un sistema moderno, ágil y eficiente que permita lograr una mayor confiabilidad en los datos, cálculos y oportunidad de los reportes.

Los requerimientos en cuanto al sistema son los siguientes:

1. El sistema debe estar formado por un módulo principal y por varios módulos secundarios.

2. Los nodos de la red del sistema deben estar ubicados en varios lugares estratégicos.

3. Integración de la telemedición de nivel de tanques atmosféricos y de los tanques a presión (esferas).

4. Manejo de la logística de los tanques por medio del software ("linear programming") para así optimizar el uso de los mismos.

5. Para evitar discrepancias en la recepción de señales debido a las distancias, así como el que se presenten problemas por el gran número de variables a soportar en el sistema de comunicación, es recomendable el manejo de la información por medio de comunicaciones digitales, que formen canales de "Field Bus".

6. El sistema de adquisición de datos debe ser dedicado, teniendo las siguientes características:

- Diagnóstico de instrumentos.
- Validación de señales.
- Conversión de unidades.
- Conversión analógico/digital.
- Configuración de instrumentación.
- Redundancia.

7. El sistema principal debe recolectar toda la información y dirigirla a las computadoras de cada módulo secundario para que manejen la información según listado operativo, independientemente de la localización geográfica de los transmisores de las diferentes variables y alarmas.

8. Se deben establecer medidas adicionales de seguridad como es la instalación de un sistema para detección de alarmas por altos y bajos valores de nivel y presión, independiente del sistema de medición continua de las variables inherentes a tanques. El sistema debe tener capacidad para manejar como mínimo el 50% adicional de señales.

1.2 PROCEDIMIENTOS ACTUALES DE CALCULO DE BALANCES

Los procedimientos para la realización del cálculo de los balances de materiales que actualmente se emplean en muchas de las refinerías del país, presentan varios inconvenientes que afectan directamente la confiabilidad de los datos y la eficiencia de los resultados, derivándose por consiguiente grandes pérdidas económicas. A continuación se presenta una muy breve descripción de un procedimiento actualmente utilizado para el cálculo de balances en una de estas refinerías.

SISTEMA INTEGRAL DE LA PRODUCCION

El sistema utilizado para el cálculo de balances de materiales es denominado **Sistema Integral de la Producción (SIP)**. Fue concebido en su inicio como un sistema en línea distribuida a nivel nacional en todas las refinerías. En cada refinería, el sistema ha sido adaptado a las necesidades particulares de cada una de ellas.

Este sistema tiene la desventaja primordial de no operar en línea, debido a que no existe comunicación directa entre los medidores y el sistema. De hecho, ésta requiere de la alimentación de datos a través de terminales operadas por personal de la Oficina de Balances. Cada una de las plantas de la refinería envía directamente a la Oficina de Balances un reporte elaborado por el ingeniero en turno, con la información referente a los tipos, cantidades y condiciones de los diferentes materiales manejados. También se reciben reportes del área de ventas.

Para la realización del balance se requiere representar y cuantificar las siguientes relaciones:

- Entradas a la refinería.
- Bombeos de tanque a tanque.
- Bombeos de tanque a planta.
- Bombeos de planta a tanque.
- Bombeos de planta a planta.
- Entradas con diferentes orígenes a plantas.
- Salidas de la refinería.

DESCRIPCION DEL MODELO MATRICIAL

La matriz generada se compone de cuatro cuadrantes.

En el primer cuadrante se representan y cuantifican las relaciones entre las cargas y producciones de plantas, representándose además los consumos y servicios. Los renglones están constituidos por los materiales de carga, el volumen de la producción, consumos y servicios.

En el segundo cuadrante están representados los recibos en tanques, totalizados por producciones de plantas. En este cuadrante los renglones están constituidos por los productos de salida de las plantas y las columnas por los productos almacenados.

En el tercer cuadrante se indican los bombeos de productos desde tanques de almacenamiento hacia las diferentes plantas de proceso.

En el cuarto cuadrante se incluyen los movimientos de productos. Los renglones están formados por los productos bombeados, recibos externos y trampas, y las columnas por recibos de productos y bombeos externos.

La matriz incluye además una zona donde se indica el cambio de inventario entre horas de corte de operaciones, como un elemento de redundancia de datos para asegurar la correcta cuantificación de las relaciones anteriores.

En ocasiones no es posible cuantificar todos los bombeos y recibos, debido a que frecuentemente los tanques bombearon y recibieron productos casi simultáneamente, o bien a que las corrientes no fueron medidas. En estos casos no puede utilizarse la variación del inventario como una medida absoluta de volumen, aún cuando en la matriz se indiquen los orígenes y destinos de estos movimientos.

La variación absoluta de inventarios entre horas de corte de operación es también incluida en la matriz, así como los cambios de servicio de los tanques.

SOLUCION DEL BALANCE

La matriz formada en el módulo anterior es en realidad un sistema de ecuaciones lineales, cuyas incógnitas son las relaciones que no pudieron ser cuantificadas.

El algoritmo está basado en dos ciclos: el primero resuelve las ecuaciones planteadas horizontalmente y el segundo resuelve las planteadas verticalmente.

Cuando después de una iteración dada, el número de incógnitas no disminuye, el sistema pide datos llamados "variables parámetro", que tienen el objeto de facilitar la convergencia de la solución. La responsabilidad de la designación de las variables parámetro recae sobre el jefe de balances de la refinería.

1.3 SISTEMA GLOBAL PROPUESTO PARA LA REALIZACION DE LOS BALANCES MASICOS DE INVENTARIOS

Mediante la correcta especificación y elaboración de la Ingeniería necesaria no solamente se puede cumplir el principal objetivo del sistema, sino que además se pueden optimizar los cálculos en las unidades de proceso, facilitar la planeación del almacenamiento de productos intermedios y finales, así como conocer las pérdidas y consumo de los servicios. En otras palabras, este trabajo propone un sistema que automatice las actividades de monitoreo y optimización de los controles de inventarios, movimiento de petróleo y derivados, desde la recepción de crudo hasta la salida de productos a venta.

El término "automatizar" se refiere al uso de herramientas tecnológicas y en particular de sistemas de cómputo, para llevar a cabo o asistir en la ejecución de las funciones de monitoreo, regulación, supervisión, coordinación, operación, protección, optimización y administración de un proceso industrial.

Al automatizar el cálculo del balance másico de la refinería se involucran las entradas y salidas, tanto de materia prima como de producto; así como las acumulaciones, que se representan como los tanques de almacenamiento existentes. Entonces, es necesario diseñar un sistema que realice mediciones directas de la refinería, que adquiera los datos proporcionados por los instrumentos, y que posteriormente realice el ajuste y validación de los datos, con el fin de desarrollar un balance másico global consistente (Figura 1).

Por todo lo anterior, se deben considerar los siguientes criterios principales para el diseño de estos sistemas:

- Monitoreo en tiempo real ⁽¹⁾.
- Distribución geográfica y funcional.
- Integración de sistemas de comunicaciones digitales.
- Alta capacidad de procesamiento.
- Redundancia ⁽²⁾.

(1) Se dice que un sistema opera en tiempo real cuando su ciclo es al menos 3 veces menor que la constante de tiempo del proceso con el cual interactúa.

(2) Procesamiento paralelo de información para evitar que con la falla de alguno de los componentes se suspenda el control del proceso.

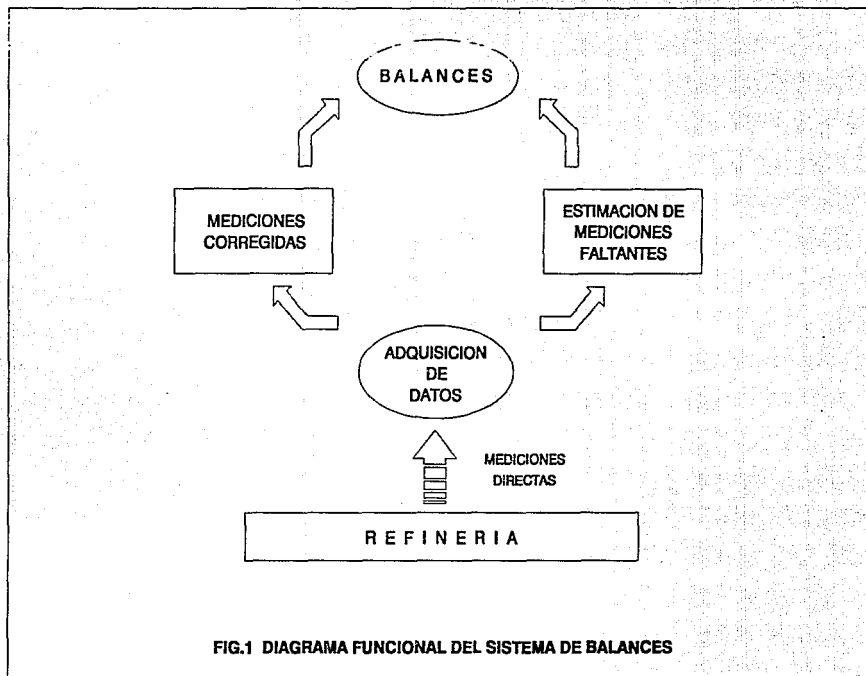


FIG.1 DIAGRAMA FUNCIONAL DEL SISTEMA DE BALANCES

1.3.1 FUNCIONES DEL SISTEMA DE BALANCES

I. ADQUISICION DE DATOS

Este bloque constituye el nivel físico, ya que está en contacto directo con el proceso. Debe ser capaz de realizar la adquisición de una gran cantidad de variables, así como poder soportar señales de entrada al sistema con diferentes protocolos. Estos protocolos son fundamentalmente de tres tipos:

- Digital.
- Analógico de 4-20 mA.
- Señal discreta.

La adquisición de datos se debe realizar en tiempo real, con tiempos cortos de barrido (scan) que permitan un continuo refrescamiento de información. Todas las mediciones deben realizarse al mismo tiempo para poder ser almacenadas posteriormente en una base de datos y no presentar incongruencia al incorporar datos evaluados a diferentes tiempos.

II. AJUSTE Y VALIDACION DE DATOS

Todas las mediciones de un proceso tienen cierto grado de error asociado, debido tanto a la inexactitud del instrumento como a desórdenes en su funcionamiento. Esta situación podría crear discusión entre los ingenieros de proceso, los superintendentes de tanquería o de la unidad, ya que cada uno podría asegurar que sus instrumentos se encuentran correctamente calibrados. Además, traería como consecuencia costos extras por mantenimiento al tener que verificar los instrumentos más de lo necesario.

A fin de garantizar que los datos adquiridos sean lo más confiables posible, además de reducir tanto el consumo de tiempo como los mayores costos y que de esta manera el proceso de balance opere con información certificada, se debe considerar la utilización de programas denominados genéricamente de ajuste y validación de datos.

Este tipo de programas utiliza diversas técnicas, tales como ajuste por mínimos cuadrados, para obtener datos consistentes entre sí y para realizar estimaciones exactas sobre la confiabilidad de los mismos y el diagnóstico de instrumentos.

Toda la información que utilizan y generan estos subsistemas, tales como información conectiva, tolerancia de instrumentos y resultados de la validación y el diagnóstico, es almacenada en la base de datos del sistema, por lo que se encuentra disponible para otras aplicaciones.

III. BALANCES MASICOS

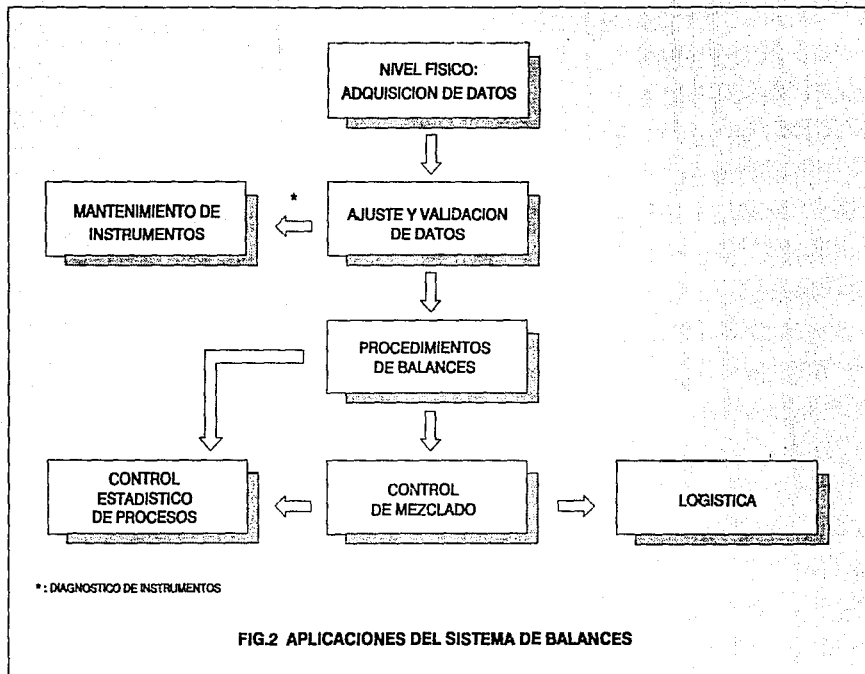
En esta etapa, se deben realizar los balances de materia globales de la refinería, desde la recepción del crudo hasta los envíos de producto terminado, incluyendo unidades de proceso, mezclados, movimientos en tanquería; así como variaciones en las mediciones.

Se debe utilizar la redundancia existente de los instrumentos para realizar el ajuste de datos, con el fin de desarrollar un balance de materia consistente respetando ciertas restricciones del balance, y tomando en cuenta las tolerancias de los instrumentos especificadas por los proveedores.

1.3.2 APLICACIONES DEL SISTEMA DE BALANCES

Las principales aplicaciones que se obtendrían con un sistema de esta naturaleza serían principalmente:

- La obtención del balance diario de la refinería estadísticamente más probable.
- Una representación muy aproximada de los flujos diarios de crudo y productos a través de la refinería.
- La obtención de una lista de los instrumentos que requieran verificación.
- Servir como plataforma para la realización de otras funciones, como son: control estadístico de procesos, control de mezclado y logística.



CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS

El control estadístico de procesos consiste principalmente en dar información al personal administrativo, para poder determinar si las variables de un proceso seleccionado se encuentran dentro de los límites de control estadístico o si algún error sistemático provoca que la producción se encuentre fuera de los límites de calidad establecidos.

Lo anterior se logra produciendo gráficas de control que permiten analizar las variaciones y tendencias de la variable analizada. Pueden activarse alarmas cuando esta variable se encuentra fuera de los parámetros del control estadístico.

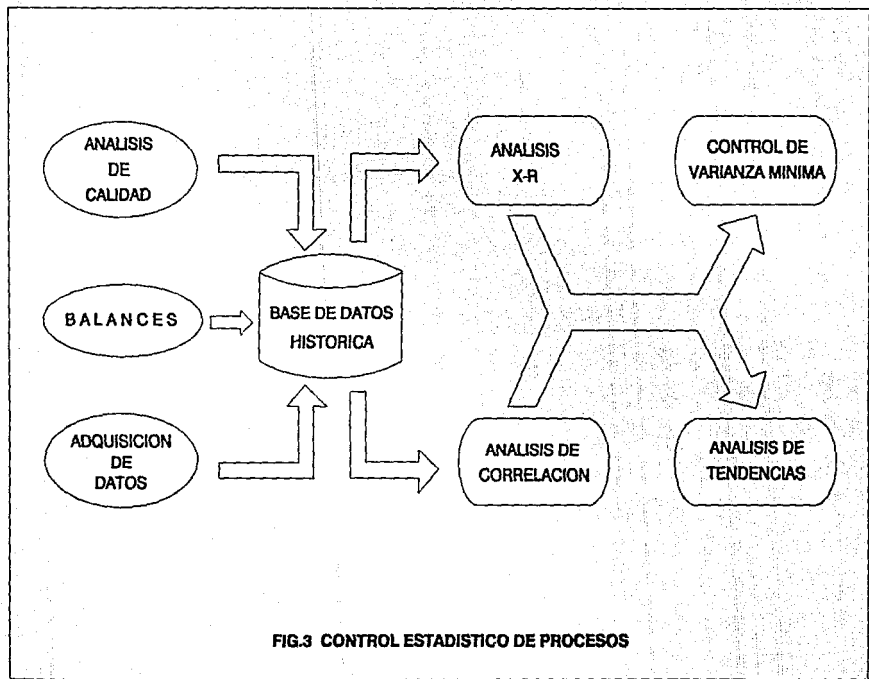
CONTROL DE MEZCLADO

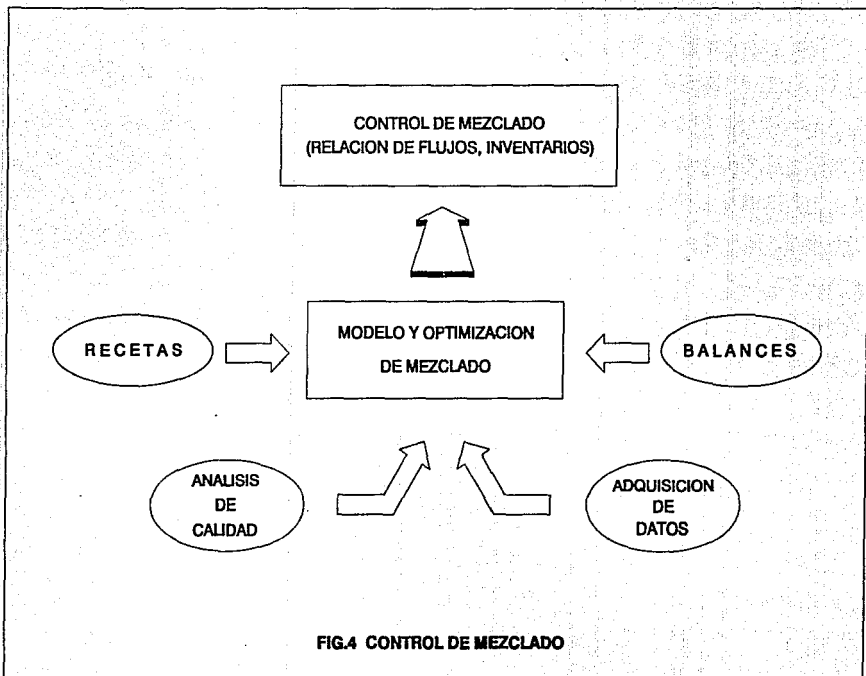
El control de mezclado es sumamente útil, ya que el mezclado de productos derivados del petróleo siempre ha constituido un problema del control multivariable. Entre las diversas actividades que se ejecutan para realizar el control de mezclado de una manera eficiente, se encuentran:

- Optimización en línea para la determinación de objetivos específicos y recetas de mezclado.
- Control de la actividad del mezclado para asegurar la optimización de la "receta", mediante analizadores en línea.
- Manejo simultáneo de varios tanques.

LOGISTICA

La logística de inventarios permite la optimización en el manejo de entradas y salidas de la refinería, basándose tanto en las necesidades actuales del mercado como en los valores de existencias y los programas de producción.





NOTAS:

B.D. = BASE DE DATOS
O.P. = OBJETIVOS DE PRODUCCION
A.R. = ANALISIS DE RESTRICCIONES
I. = INCERTIDUMBRE
M. = MODELO
M.O. = METODOS DE OPTIMIZACION

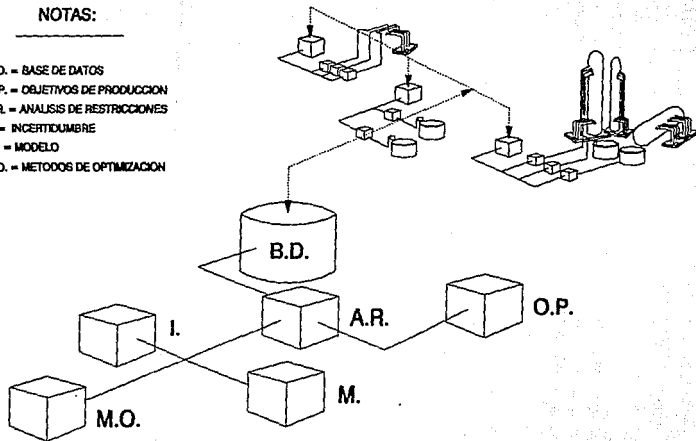


FIG.5 LOGISTICA GENERAL DE INVENTARIOS

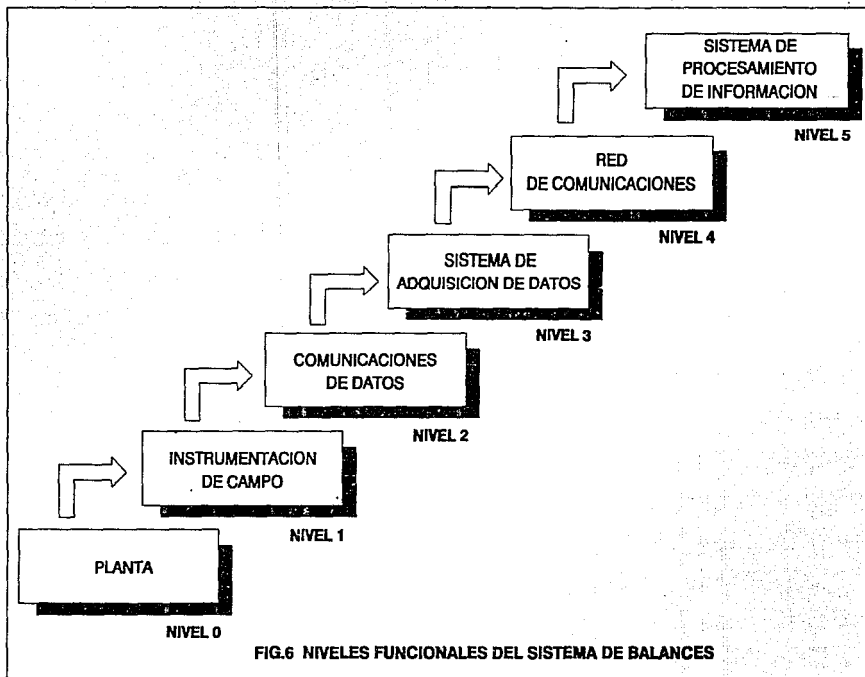
1.3.3 NIVELES FUNCIONALES DEL SISTEMA DE BALANCES

Desglosando funcionalmente el sistema de balances, se pueden distinguir los siguientes niveles:

NIVEL	
0	PLANTA
1	INSTRUMENTACION DE CAMPO
2	COMUNICACIONES DE DATOS
3	SISTEMAS DE ADQUISICION DE DATOS
4	RED DE COMUNICACIONES
5	SISTEMAS DE PROCESAMIENTO DE INFORMACION

Es necesario mencionar que esta tesis aborda únicamente la parte de "sistemas". Sin embargo, a pesar de que en la presente tesis no se evalúen los aspectos y condiciones relacionados con el área de instrumentación, es de vital importancia realizar ciertas consideraciones que sirvan como base para la selección de los sistemas de adquisición de datos y procesamiento de información abordados en esta tesis.

La siguiente sección resume las consideraciones efectuadas dentro del área de instrumentación.



1.3.4. INSTRUMENTACION

La Instrumentación cumple con las siguientes características generales:

- Exactitud
- Confiabilidad

Es posible agrupar a la Instrumentación contemplada para la realización de este trabajo en 2 grupos:

- a) Instrumentación para la medición de variables en tanquería
- b) Instrumentación para la medición de variables en ductería.

MEDICION DE VARIABLES EN TANQUERIA

Dentro de la Instrumentación para la medición de las variables en tanquería, se consideran la medición de nivel, temperatura y presión.

NIVEL

Para la medición de nivel se contemplan medidores de tipo servo-operados. Estos medidores presentan una alta exactitud, altos niveles de seguridad de operación y la posibilidad de instalación con el equipo en operación.

Dichos medidores operan bajo el principio de flotación, acoplando un servomotor, cuya variación de torque permite la detección del nivel del fluido dentro del recipiente mediante un disco desplazador (palpador). La Figura 7 muestra un diagrama típico de instalación para estos medidores.

TEMPERATURA

Para obtener la información completa de las condiciones de operación de los tanques de almacenamiento, la medición de la variable auxiliar de temperatura se realiza por medio de detectores resistivos de temperatura (RTD's de platino) de 3 hilos.

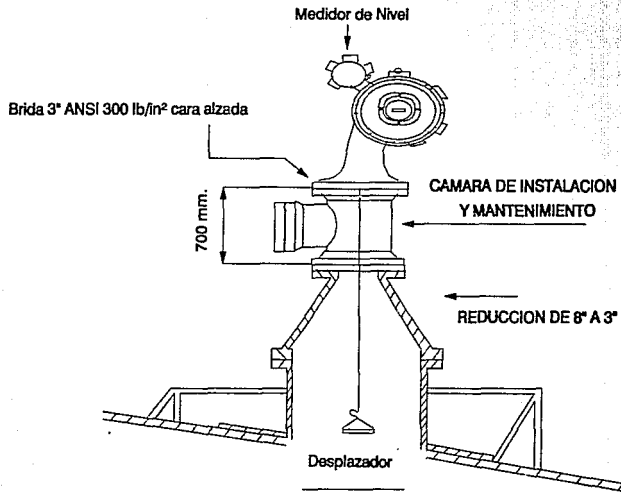


FIG. 7 DIAGRAMA TÍPICO DE INSTALACION DE LOS MEDIDORES SERVO-OPERADOS

El principio se basa en que las variaciones de temperatura provocan que la resistencia de los alambres de platino cambie linealmente y que esta relación se mantenga estable a lo largo del tiempo.

PRESION

La medición de la variable auxiliar de presión se realiza por medio de transmisores de presión piezoeléctricos con transmisor inteligente.

MEDICION DE VARIABLES EN DUCTERIA

En el caso de la medición de variables para ductería, una premisa importante es el requerimiento de "medición másica", por lo que las variables contempladas son:

- Flujo másico
- Presión
- Temperatura
- Gravedad específica

Dada la variedad de líneas de conducción incluidas dentro del alcance del proyecto, el diseño de medición de flujo másico se realiza para 4 casos:

- a) Medición de flujo másico de líquidos en líneas de baja presión.
- b) Medición de flujo másico de líquidos en líneas de alta presión.
- c) Medición de flujo másico de gases con composición conocida.
- d) Medición de flujo másico de gases a desfogues.

a) Medición de flujo másico de líquidos en líneas de baja presión.

Para este tipo de líneas de conducción se especifican medidores de flujo másico directo, basados en el principio de Coriolls.

Estos medidores operan permitiendo que el fluido circule a través de tubos internos vibrantes. Las fuerzas de Coriolls generadas a la frecuencia de operación del medidor provocan que los tubos internos se distorsionen elásticamente.

Los resultados de estas distorsiones son medidos con transductores que generan señales eléctricas, que después de un procesamiento, análisis y conversión, dan una lectura de flujo másico. La Figura 8 muestra un esquema funcional de este tipo de medidores.

Los medidores de flujo másico tipo Coriolis no necesitan compensaciones por presión y temperatura. Sin embargo, este tipo de medidores incluyen una medición de temperatura en forma integral, mediante un RTD de platino (Pt) de 100 Ohms unido a los tubos internos del sensor. Para completar las condiciones de operación de las líneas de proceso se obtiene también medición de presión mediante los sensores piezoeléctricos con transmisor inteligente.

Un caso particular de gran importancia a considerar es la medición del flujo másico de carga a refinería. Dadas las características de alto flujo, se presentan altos diámetros en estas líneas y tomando en cuenta las limitaciones de los medidores comerciales tipo Coriolis, es necesario plantear un arreglo de tuberías en forma de "peine" que permita la instalación de un sistema de medición, con 3 elementos primarios operando en forma paralela. En la Figura 9 se presenta dicho arreglo.

b) Medición de flujo volumétrico de líquidos en líneas de alta presión.

En la actualidad los medidores de flujo másico tipo Coriolis presentan limitaciones para su aplicación en líneas que operan fluidos en fase líquida a altas presiones y volúmenes, por lo que en estos casos se especifica un sistema de medición basado en un elemento de flujo volumétrico, utilizando sensores ultrasónicos con principio de operación de tiempo de tránsito.

Para inferir a flujo másico, esta medición es acompañada de medición de densidad mediante densímetros radiométricos con microprocesador, y medición de temperatura mediante detectores resistivos de temperatura RTD's (sin transmisor). Con el objeto de tener la información completa de las condiciones de operación de todas las líneas (flujo másico, presión y temperatura), se incluyen medidores de presión piezoeléctricos con transmisor inteligente.

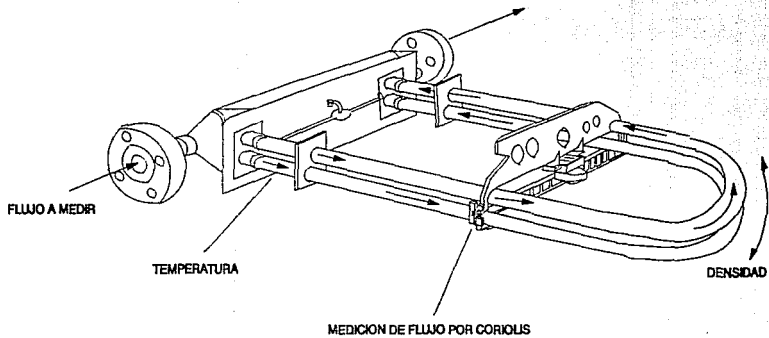


FIG. 8 ESQUEMA FUNCIONAL DEL MEDIDOR DE FLUJO MASICO TIPO CORIOLIS

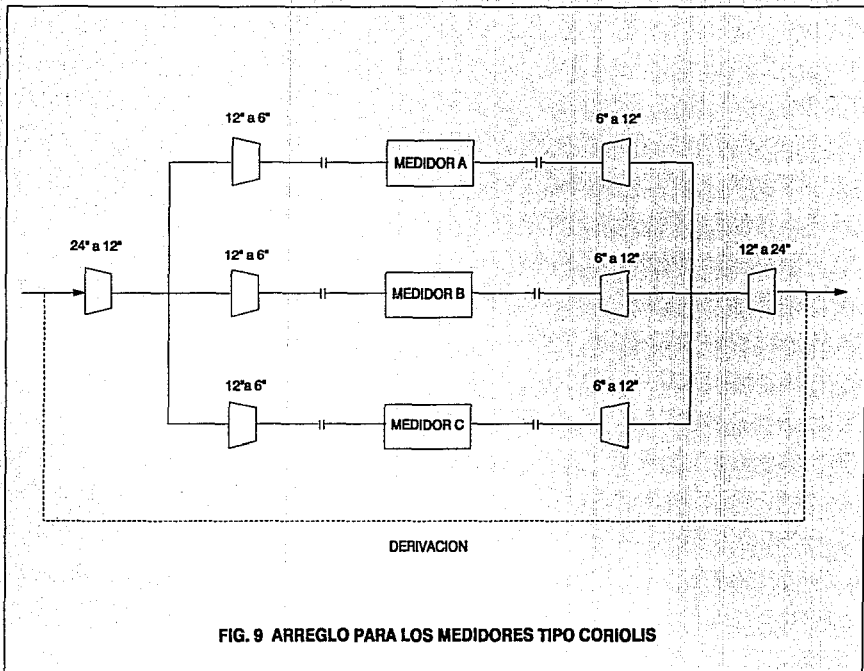


FIG. 9 ARREGLO PARA LOS MEDIDORES TIPO CORIOLIS

Los medidores de flujo volumétrico tipo ultrasónico se utilizan para tuberías cerradas y llenas. Cuentan con un transductor que transmite pulsos que se propagan corriente arriba a través del medio que fluye hacia otro transductor receptor del pulso, tomando el tiempo transcurrido de la propagación. Después se transmite otro pulso en sentido contrario y se toma el tiempo que tarda en llegar el pulso. La diferencia entre los tiempos de propagación en ambas direcciones (tiempo corriente arriba menos tiempo corriente abajo) provee información del movimiento del fluido en el ducto.

c) Medición de flujo másico de gases con composición conocida.

Para la medición del flujo másico de gases con composiciones conocidas, como son los gasoductos de carga a refinería, se especifica el uso de medidores térmicos de flujo másico tipo Inserción.

Este tipo de medidores presenta un arreglo multipunto, eliminando posibles errores al monitorear el flujo másico local en varias áreas de sección transversal equivalente.

Los puntos individuales del arreglo constan de dos sensores, uno de velocidad y otro de temperatura, mediante los cuales se emite una señal de salida electrónica proporcional al flujo másico total, sin necesidad de requerir correcciones de temperatura o presión.

Los sensores de temperatura son RTD's (detectores de resistencia a la temperatura grado referencia de platino 385), por lo cual presentan una inmejorable estabilidad y repetibilidad.

La velocidad másica del gas es monitoreada con el sensor térmico RTD de flujo másico, los cuales poseen una excelente sensibilidad a bajas velocidades.

d) Medición de flujo másico de gases a desfogues.

El último caso considerado es la medición de flujo másico en las líneas de desfogue. Dicha medición presenta ciertas particularidades, como son el amplio rango de flujo y la gran variabilidad en la composición.

Estas características hacen que el problema de medición del flujo másico en desfuegos sea especialmente complejo. Sin embargo, utilizando tecnologías de punta es posible realizar dichas mediciones con una exactitud de alrededor del 99%, por medio de sistemas de medición ultrasónica de inserción. Estos sistemas realizan adicionalmente la medición del peso molecular del gas.

ALARMAS REDUNDANTES DE NIVEL Y PRESION PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO

En los tanques de almacenamiento (atmosféricos, techo fijo, flotante y/o membrana y los presurizados) se encuentran instalados interruptores por alto y/o por bajo nivel, así como interruptores de presión en los tanques esféricos que proporcionan alarmas al Sistema de Balances Másico Global.

Los tanques en los cuales se encuentran instalados los interruptores de nivel por alto o por bajo, aparecen enlistados en el Índice de Instrumentos. De manera general se tienen los siguientes tipos de alarma:

- Alarmas por alto nivel (LAH)
- Alarmas por bajo nivel (LAL)
- Alarmas por alta presión (PAH)

Los interruptores de nivel que se utilizan son marca Drexelbrook modelo 506-6200-6 (LCT System, Cote Shield) de estado sólido, intrínsecamente seguros para operar en áreas clasificadas como: Clase I, Div. I, Gpos. A, B, C, D. Son a prueba de explosión e intemperie y son inmunes a efectos transitorios electrostáticos inducidos.

El principio de operación de estos interruptores de nivel es la capacitancia activada por radio frecuencia, con inmunidad a las interferencias.

La alimentación eléctrica es de 24 VCD (2 hilos, 2 vías) proveniente de las cajas multiplexoras (microprocesadoras) marca Drexelbrook modelo 601-3000-3200 (LCR 3200), y reciben las señales de hasta 32 interruptores.

Los interruptores de presión que se utilizan en los tanques esféricos son marca Static "O" Ring modelo EPS II. Son transductores de presión con un circuito microelectrónico integrado, contenido en un compartimiento a prueba de explosión e intemperie.

En las siguientes páginas se muestra el Índice de Instrumentos en donde aparece la relación de instrumentos instalados en cada tanque.

INDICE DE INSTRUMENTOS

Tag	Servicio	Marca	No. Modelo	Tipo	Alim. Eléctrica	Señal de Salida	Precisión
LT 513	TV-513	Sakura E. Co.,LTD.	SERIES TGM-4000	Con servomotor y microprocesador	110 VAC 50/60 Hz	Digital, RS232/485	±0.9 mm
LT 514	TV-514	Sakura E. Co.,LTD.	SERIES TGM-4000	Con servomotor y microprocesador	110 VAC 50/60 Hz	Digital, RS232/485	±0.9 mm
LT 515	TV-515	Sakura E. Co.,LTD.	SERIES TGM-4000	Con servomotor y microprocesador	110 VAC 50/60 Hz	Digital, RS232/485	±0.9 mm
LT 516	TV-516	Sakura E. Co.,LTD.	SERIES TGM-4000	Con servomotor y microprocesador	110 VAC 50/60 Hz	Digital, RS232/485	±0.9 mm
LT 517	TV-517	Sakura E. Co.,LTD.	SERIES TGM-4000	Con servomotor y microprocesador	110 VAC 50/60 Hz	Digital, RS232/485	±0.9 mm
LT 518	TV-518	Sakura E. Co.,LTD.	SERIES TGM-4000	Con servomotor y microprocesador	110 VAC 50/60 Hz	Digital, RS232/485	±0.9 mm
LT 519	TV-519	Sakura E. Co.,LTD.	SERIES TGM-4000	Con servomotor y microprocesador	110 VAC 50/60 Hz	Digital, RS232/485	±0.9 mm
LT 520	TV-520	Sakura E. Co.,LTD.	SERIES TGM-4000	Con servomotor y microprocesador	110 VAC 50/60 Hz	Digital, RS232/485	±0.9 mm
DE 115/DT 115	POLID. LAG-SAT	Berthold Sys. Inc.	LB 7440D S2-5-D1 40/35 LB 387-1C	Densitómetro radiométrico con fuente emisora gamma, detector/contador scintilante y microprocesador para transmisión de flujo másico	110 VAC 60 Hz	Digital, RS232	
DE 116/DT 116	POLI. S RAF.	Berthold Sys. Inc.	LB 7440D S2-5-D1 40/35 LB 387-1C	Densitómetro radiométrico con fuente emisora gamma, detector/contador scintilante y microprocesador para transmisión de flujo másico	110 VAC 60 Hz	Digital, RS232	
FE 115/FT 115	POLID. LAG-SAT	Polysonics	TFM "TYME-FLYTE" RF19712	Ultrasónico	120 VAC	4 - 20 mA	1%
FE 116/FT 116	POLI. S RAF.	Polysonics	TFM "TYME-FLYTE" RF19712	Ultrasónico	120 VAC	4 - 20 mA	1%
TE 115	POLID. LAG-SAT	Honeywell	HP7A1-B-4-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	±3/4°F 6 %
TE 116	POLI. S RAF.	Honeywell	HP7A1-B-4-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	±3/4°F 6 %
LAH 10	TV-10	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 100P	TE-100	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 101	TV-101	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 101P	TE-101	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 102	TV-102	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 102P	TE-102	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 103	TV-103	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH-103P	TE-103	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 104	TV-104	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 104P	TE-104	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 105	TEV-105	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 105P	TE-105	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 106	TV-106	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 107	TV-107	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 108	TV-108	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 109	TV-109	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH-11	TV-11	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	

INDICE DE INSTRUMENTOS

Tag	Servicio	Marca	No. Modelo	Tipo	Alim. Eléctrica	Señal de Salida	Precisión
LAH 110	TV-110	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 111	TV-111	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 112	TV-112	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH-113	TV-113	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 114	TV-114	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 115	TV-115	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 116	TV-116	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 117	TV-117	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 118	TV-118	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 119	TV-119	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 12	TV-12	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 120	TV-120	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 121	TV-121	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 122	TV-122	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 123	TV-123	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH-124	TV-124	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 125	TV-125	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 126	TV-126	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 127	TV-127	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 128	TV-128	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 129	TV-129	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 13	TV-13	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 130	TV-130	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 131	TV-131	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 14	TV-14	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 15	TV-15	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 150	TE-150	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 151	TE-151	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 152	TE-152	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 153	TE-153	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 20	TV-20	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 201	TV-201	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 202	TV-202	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 203	TV-203	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 204	TV-204	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 205	TV-205	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 206	TV-206	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH-21	TV-21	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 211	TV-211	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	

INDICE DE INSTRUMENTOS

Tag	Servicio	Marca	No. Modelo	Tipo	Alim. Eléctrica	Señal de Salida	Precisión
LAH 212	TV-212	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 22	TV-22	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 23	TV-23	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 24	TV-24	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 25	TV-25	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 50	TE-50	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 500	TV-500	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 5001	TV-5001	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 5002	TV-5002	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 501	TV-501	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 502	TV-502	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 503	TV-503	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 504	TV-504	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 505	TV-505	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 506	TV-506	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 507	TV-507	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 508	TV-508	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 509	TV-509	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 51	TE-51	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 510	TV-510	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 511	TV-511	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 512	TV-512	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 513	TV-513	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 514	TV-514	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 515	TV-515	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 516	TV-516	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 517	TV-517	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 518	TV-518	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 519	TV-519	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAH 520	TV-520	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 100P	TE-100	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 101	TV-101	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 101P	TE-101	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 102	TV-102	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 102P	TE-102	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 103	TV-103	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 103P	TE-103	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 104	TV-104	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 104P	TE-104	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	

INDICE DE INSTRUMENTOS

Tag	Servicio	Marca	No. Modelo	Tipo	Alim. Eléctrica	Señal de Salida	Precisión
LAL 105	TE-105	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 105P	TE-105	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 106	TV-106	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 107	TV-107	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 111	TV-111	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 112	TV-112	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 113	TV-113	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 115	TV-115	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 116	TV-116	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 117	TV-117	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 118	TV-118	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 119	TV-119	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 120	TV-120	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 121	TV-121	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 122	TV-122	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 123	TV-123	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 124	TV-124	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 125	TV-125	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 126	TV-126	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 127	TV-127	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 128	TV-128	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 129	TV-129	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 130	TV-130	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 131	TV-131	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 150	TE-150	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 151	TE-151	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 152	TE-152	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 153	TE-153	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 201	TV-201	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 202	TV-202	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 203	TV-203	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 204	TV-204	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 205	TV-205	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 206	TV-206	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 211	TV-211	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 212	TV-212	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 50	TE-50	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 500	TV-500	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 5001	TV-5001	Drexelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	

INDICE DE INSTRUMENTOS

Tig	Servicio	Marca	No. Modelo	Tipo	Alim. Eléctrica	Señal de salida	Precisión
LAL 5002	IV-5002	Dreelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 501	IV-501	Dreelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 502	IV-502	Dreelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 503	IV-503	Dreelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 504	IV-504	Dreelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 517	IV-517	Dreelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 516	IV-516	Dreelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 515	IV-515	Dreelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
LAL 518	IV-518	Dreelbrook	LCT SYSTEM, 506-6200-6	Capacitancia	15 - 28 VDC	4 - 20 mA	
PAH 50	Static mΩ Ring	Static mΩ Ring	EPS-11	Trans.de Presión con Interf.Instantán.	24 VDC	4 - 20 mA	± 0.5%
PAH 51	Static mΩ Ring	Static mΩ Ring	EPS-11	Trans.de Presión con Interf.Instantán.	24 VDC	4 - 20 mA	± 0.5%
PE 100	TE-100	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC	4 - 20 mA	± 0.075% UR/L/±0.15%
PE 101	TE-101	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC	4 - 20 mA	± 0.075% UR/L/±0.15%
PE 102	TE-102	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC	4 - 20 mA	± 0.075% UR/L/±0.15%
PE 103	TE-103	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC	4 - 20 mA	± 0.075% UR/L/±0.15%
PE 104	TE-104	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC	4 - 20 mA	± 0.075% UR/L/±0.15%
PE 105	TE-105	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC	4 - 20 mA	± 0.075% UR/L/±0.15%
PE 150	TE-150	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC	4 - 20 mA	± 0.075% UR/L/±0.15%
PE 151	TE-151	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC	4 - 20 mA	± 0.075% UR/L/±0.15%
PE 152	TE-152	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC	4 - 20 mA	± 0.075% UR/L/±0.15%
PE 153	TE-153	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC	4 - 20 mA	± 0.075% UR/L/±0.15%
PE 50	TE-50	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC	4 - 20 mA	± 0.075% UR/L/±0.15%
PE 51	TE-51	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC	4 - 20 mA	± 0.075% UR/L/±0.15%
PI 1010A/B/C	OLEODUCTO A	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC		± 0.075% UR/L/±0.15%
PI 1020/B	COMB. C/T A	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC		± 0.075% UR/L/±0.15%
PI 1030	COMB. M/T	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC		± 0.075% UR/L/±0.15%
PI 1040	COMB. CFE	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC		± 0.075% UR/L/±0.15%
PI 1050	GASOL. NOVA	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectríco con transmisor Intelig.	24 VDC		± 0.075% UR/L/±0.15%

INDICE DE INSTRUMENTOS

10g	Servicio	Marca	No. Modelo	Tipos	Alim. Eléctrica	Señal de Salida	Precisión
P1 1060	CASOL, MAGNA	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
P1 1050	DIFAMA	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
P1 1100	DISESL E.	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
P1 1110	PROPANO	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
P1 1120	PROP-PROPIL.	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
P1 1130	BUJANO	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
P1 1140	BUT-BUTIL.	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
P1 1150	POLI SAT.	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
P1 1160	POLI S BAR.	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
P1 1170	HEXANO	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
P1 1180A/B	RET COMB C/T A	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
P1 1190	RET COMB A/T	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
P1 1200	CONS COMB.	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
P1 1210	POLI ME-ME-CD	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
P1 1220	AZURE A/T	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
P1 1230	MAT PRIMA A/T	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
P1 1300	GASODUCTO	Honeywell	51G-140, ST 3000	Piezoelectrico con transmisor Intelig.	24 VDC	Digital ST/DC	± 0.075% UR/±0.15%
T1 1300	GASODUCTO	Honeywell	HP741-B-W-3A, ST1-3000	RID, P110 con transmisor Inteligente	24 VDC	Digital ST/DC	± 3/4" ± 6 %
FE 126/FT 126	RV-3003	Kurz Instruments	455FT-AI-08-18-SPR-CH3- BW80, SERIES 555 ADAM SERIES 155-85232	Medidor de flujo másico de gases	RS232, ASC11		
FE 125/FT 125	RV-3002	Kurz Instruments	455FT-AI-08-18-SPR-CH3- BW80, SERIES 555 ADAM SERIES 155-85232	Medidor de flujo másico de gases	RS232, ASC11		
FE 126/FT 126	RV-3002	Kurz Instruments	455FT-AI-08-18-SPR-CH3- BW80, SERIES 555 ADAM SERIES 155-85232	Medidor de flujo másico de gases	RS232, ASC11		
FE 127/FT 127	RV-4925	Kurz Instruments	455FT-AI-08-18-SPR-CH3- BW80, SERIES 555 ADAM SERIES 155-85232	Medidor de flujo másico de gases	RS232, ASC11		
FE 128/FT 128	RV-3001	Kurz Instruments	455FT-AI-08-18-SPR-CH3- BW80, SERIES 555 ADAM SERIES 155-85232	Medidor de flujo másico de gases	RS232, ASC11		
FE 129/FT 129	RV-0306	Kurz Instruments	455FT-AI-08-18-SPR-CH3- BW80, SERIES 555 ADAM SERIES 155-85232	Medidor de flujo másico de gases	RS232, ASC11		
FE 130/FT 130	GASODUCTO	Kurz Instruments	455FT-AI-08-18-SPR-CH3- BW80, SERIES 555 ADAM SERIES 155-85232	Medidor de flujo másico de gases	RS232, ASC11		

INDICE DE INSTRUMENTOS

Tag	Servicio	Marca	No. Modelo	Tipo	Alim. Eléctrica	Señal de Salida	Precisión
			BVROB, SERIES 555				
			ADAM SERIES 155-RS232				
FE 101A/B/C	OLEODUCTO A	Micro Motion Inc.	DS6005165	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.21%
FE 102A/B	COMB. C/T A	Micro Motion Inc.	DS6005165	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.22%
FE 103	COMB. A/T	Micro Motion Inc.	DS6005165	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.21%
FE 104	COMB. CFÉ	Micro Motion Inc.	DS6005166	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.22%
FE 105	GASOL. NOVA	Micro Motion Inc.	DS6005165	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.26%
FE 106	GASOL. MAGNA	Micro Motion Inc.	DS6005165	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.26%
FE 107	TURBOSINA	Micro Motion Inc.	DS6005165	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.26%
FE 108	DIAFANO	Micro Motion Inc.	DS6005165	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.23%
FE 109	DIESEL W.	Micro Motion Inc.	DS6005165	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.23%
FE 110	DIESEL E.	Micro Motion Inc.	DS6005165	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.23%
FE 111	PROPANO	Micro Motion Inc.	DS6005166	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.24%
FE 112	PROP-PROPIL.	Micro Motion Inc.	DS6005166	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.24%
FE 113	BUTANO	Micro Motion Inc.	DS3005156	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.22%
FE 114	BUT-BUTIL.	Micro Motion Inc.	DL2005228	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.28%
FE 117	HEXANO	Micro Motion Inc.	DS3005155	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.22%
FE 118A/B	RET COMB C/T A	Micro Motion Inc.	DS6005165	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.22%
FE 119	RET COMB A/T	Micro Motion Inc.	DS6005165	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.21%
FE 120	COMB COMB.	Micro Motion Inc.	DS6005165	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.22%
FE 121	POLI Mt-Md-Cd	Micro Motion Inc.	DS6005166	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.22%
FE 122	AZUFRE A/T	Micro Motion Inc.	DS1505219	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.22%
FE 123	MAT PRINA A/T	Micro Motion Inc.	DS6005165	Medidor de flujo másico tipo coriolis		RS485, Modbus	0.22%
TE 10	TV-10	Honeywell	HP6A1-B-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 100P	TE-100	Honeywell	HP6A1-23-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 101	TV-101	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 101P	TE-101	Honeywell	HP6A1-23-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 102	TV-102	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 102P	TE-102	Honeywell	HP6A1-23-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 103	TV-103	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 103P	TE-103	Honeywell	HP6A1-23-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 104	TV-104	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 104P	TE-104	Honeywell	HP6A1-23-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 105	TEV-105	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE-105P	TE-105	Honeywell	HP6A1-23-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 106	TV-106	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 107	TV-107	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 108	TV-108	Honeywell	HP6A1-B-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 109	TV-109	Honeywell	HP6A1-B-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%

INDICE DE INSTRUMENTOS

Tag	Servicio	Marca	No. Modelo	Tipo	Alim. Eléctrica	Señal de Salida	Precisión
TE 11	TV-11	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 110	TV-110	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 111	TV-111	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 112	TV-112	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 113	TV-113	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 114	TV-114	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 115	TV-115	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 116	TV-116	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 117	TV-117	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 118	TV-118	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 119	TV-119	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 12	TV-12	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 120	TV-120	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 121	TV-121	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 122	TV-122	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 123	TV-123	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 124	TV-124	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 125	TV-125	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 126	TV-126	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 127	TV-127	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 128	TV-128	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 129	TV-129	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 13	TV-13	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 130	TV-130	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 131	TV-131	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 14	TV-14	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 15	TV-15	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 150P	TE-150	Honeywell	HP6A1-23-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 151P	TE-151	Honeywell	HP6A1-23-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 152P	TE-152	Honeywell	HP6A1-23-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 153P	TE-153	Honeywell	HP6A1-23-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 20	TV-20	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 201	TV-201	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 202	TV-202	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE-203	TV-203	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 204	TV-204	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 205	TV-205	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 206	TV-206	Honeywell	HP6A1-8-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %
TE 21	TV-21	Honeywell	HP6A1-17-h-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó %

INDICE DE INSTRUMENTOS

Tag	Servicio	Marca	No. Modelo	Tipo	Alim. Eléctrica	Señal de Salida	Precisión
TE 211	TV-211	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 212	TV-212	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 22	TV-22	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 23	TV-23	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 24	TV-24	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 25	TV-25	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 50P	TE-50	Honeywell	HP6A1-23-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 50D	TV-500	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 50D1	TV-5001	Honeywell	HP6A1-8-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 50D2	TV-5002	Honeywell	HP6A1-8-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 501	TV-501	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 502	TV-502	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 503	TV-503	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 504	TV-504	Honeywell	HP6A1-8-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 505	TV-505	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 506	TV-506	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 507	TV-507	Honeywell	HP6A1-8-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 508	TV-508	Honeywell	HP6A1-8-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 509	TV-509	Honeywell	HP6A1-8-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 51P	TE-51	Honeywell	HP6A1-23-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 510	TV-510	Honeywell	HP6A1-8-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 511	TV-511	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 512	TV-512	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 513	TV-513	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 514	TV-514	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 515	TV-515	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 516	TV-516	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 517	TV-517	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 518	TV-518	Honeywell	HP6A1-17-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 519	TV-519	Honeywell	HP6A1-8-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%
TE 520	TV-520	Honeywell	HP6A1-8-½-3A	RTD, Platino 100 ohms		RTD, Pt 100 ohms	± 3/4°F ó ½%

CAPITULO 2

HARDWARE

2.1 EQUIPO DE COMUNICACION DE DATOS

La función del Equipo de Comunicación de Datos (ECD) es llevar la señal de medición desde el medidor hasta las redes de comunicación que transfieren dicha información a los módulos de adquisición de datos del sistema.

En la transmisión de las señales se ven involucradas propiamente dos tipos de comunicaciones: las físicas y las lógicas. El canal físico se utiliza para efectuar comunicaciones lógicas. El término lógico se refiere a que el Equipo Terminal de Datos (ETD)⁽³⁾ no requiere conocer los aspectos físicos del procedimiento de comunicación, sino que solamente necesita generar una solicitud lógica de lectura que incluya una identificación de los datos. De esta manera, el sistema de comunicaciones actúa como Interfaz para transportar la solicitud de lectura hasta la aplicación a través de los canales físicos.

COMUNICACIONES FISICAS

Las comunicaciones físicas se encuentran conformadas concretamente por los conectores o puertos y por los hilos de transmisión.

(3) El término "equipo terminal de datos" se emplea para denominar de forma genérica a la máquina que emplea el usuario final. Puede ser una computadora grande, del tipo de los IBM o VAX, o una máquina más pequeña, como una terminal o una computadora personal.

PUERTOS DE COMUNICACION

La conexión entre cualquier canal de entrada/salida de comunicaciones con un equipo terminal de datos se realiza a través de un puerto de comunicaciones.

Estos puertos suelen ser conocidos también como adaptadores de comunicaciones, puertos serie, tarjetas serie, etc. Su función principal consiste en enlazar el canal de comunicaciones con el equipo terminal de datos, y proporcionar las funciones de movimiento de datos desde y hacia el dispositivo.

Un ejemplo de un puerto o interfaz estándar comúnmente utilizado es el RS-232-C. La C que aparece en la denominación se refiere a la cuarta versión, aprobada en 1981.

En las especificaciones del puerto RS-232-C se describen cuatro funciones del mismo:

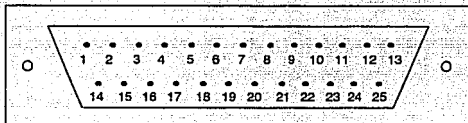
- Definición de las señales de control que atraviesan el puerto.
- Movimiento de los datos del usuario a través de la interfaz.
- Transmisión de las señales de tiempos necesarias para sincronizar el flujo de datos.
- Conformación de las características eléctricas concretas de la interfaz.

Fisicamente, el puerto RS-232-C se encuentra compuesto por 25 conexiones de líneas (canales o pins), cada una de las cuales presenta una función en particular. Normalmente no se utiliza la totalidad de los 25 canales, sino que suelen bastar de cuatro a ocho canales para establecer una comunicación. La Figura 10 ilustra los circuitos de este tipo de puerto.

HILOS DE TRANSMISION

Los ETDs y los ECDs intercambian su tráfico de señales siguiendo varios sistemas, como puede ser por medio de transmisión simplex, semidúplex, etc., en donde la comunicación se lleva a cabo a través de 1, 2 ó más hilos.

En un sistema simplex la transmisión se lleva a cabo en un solo sentido. En comunicación de datos no resulta muy frecuente, ya que su naturaleza unidireccional la hace inadecuada en la mayoría de los casos.



LINEA	CIRCUITO	FUENTE	DESCRIPCION
1	AA	-	Masa de protección
2	BA	ETD	Datos transmitidos
3	BB	ECD	Datos recibidos
4	CA	ETD	Solicitud de transmisión
5	CB	ECD	Permiso para transmitir
6	CC	ECD	Equipo de datos preparado
7	AB	-	Masa de señal
8	CF	ECD	Detector de señal de línea recibida
9	-	-	Reservado p/pruebas del eq. de datos
10	-	-	Reservado p/pruebas del eq. de datos
11	-	-	No asignado
12	SCF	ECD	Detector de señal de línea secundaria
13	SCB	ECD	Permiso para transmitir secundario
14	SBA	ETD	Datos secundarios transmitidos
15	DB	ECD	Sincronismo del elemento de señal
16	SBB	ECD	Datos secundarios recibidos
17	DD	ECD	Sincronismo del elem. de señal
18	-	-	No asignado
19	SCA	ETD	Solicitud de transmisión secundaria
20	CD	ETD	Terminal de datos preparado
21	CG	ECD	Detector de calidad de señal
22	CE	ETD	Timbre indicador
23	CH	ETD	Selector de vel. de señal de datos
23	CI	ECD	Selector de vel. de señal de datos
24	DA	ETD	Sincronismo del elem. de señal
25	-	-	No asignado

FIG. 10 CIRCUITOS DEL PUERTO RS-232-C

El sistema tipo semidúplex es muy utilizado en la comunicación de datos. También se le conoce con el término "pares". Esta formado por 2 hilos que transmiten las estructuras pero normalmente "escuchan" las señales mediante el hilo activo.

COMUNICACIONES LOGICAS

Los ETDs deben adaptar su señal a las características del canal que maneje, es decir mediante un lenguaje "digital". A continuación se describen las principales razones por las cuales, las comunicaciones se realizan de manera digital.

SEÑALES ANALOGICAS Y DIGITALES

Las señales analógicas se manifiestan como ondas que presentan incrementos y disminuciones de presión. Reciben su nombre por presentar un rango continuo de valores que se repiten y que no son discretos, sino que van cambiando de forma gradual desde valores de baja presión hasta otros de alta presión.

Por otro lado, el aspecto de una forma de onda digital es muy distinto al de una onda analógica. Se parece en que es continua, se repite a sí misma y tiene carácter periódico, pero es muy diferente en cuanto a que es discreta, es decir, presenta cambios muy abruptos en su voltaje.

Al transmitir la señal analógica por el canal de comunicaciones, aparecen diversos problemas:

1) La señal va siendo retransmitida por diversos amplificadores y otros transductores. La función de retransmisión de la señal se diseña de modo que resulte lo más lineal posible; es decir, que la forma de onda que representa la señal mantenga sus características de un lado a otro. Cualquier desviación de la linealidad que presente el sistema se traducirá en una distorsión de la señal, y como toda señal analógica es no lineal en alguna medida, los componentes que intervienen en la transmisión, por ejemplo los amplificadores, aumentan la no linealidad de la señal.

2) Toda señal eléctrica está generada por el movimiento aleatorio de electrones. En el canal de comunicaciones se presenta un ruido térmico provocado por las variaciones aleatorias de los electrones en el transductor o en cualquier cable o canal.

3) Al almacenar una señal en un medio de grabación, como puede ser un disco o una cinta, se genera una fuente de ruido.

4) Durante la transmisión por determinados medios se debilitan o atenúan las señales. Esta atenuación puede debilitar de tal forma la señal, que ésta resulte ininteligible para el receptor.

Las señales digitales están sometidas al mismo tipo de problemas e imperfecciones que las señales analógicas, como son la atenuación y el ruido. Sin embargo, como las muestras binarias de una forma de onda digital se representan con niveles de tensión discretos a diferencia de las señales analógicas, a medida que la señal atraviesa el canal solo se requiere detectar la presencia o ausencia de un pulso digital binario, y no la amplitud de una señal como en el caso analógico. Resulta entonces más sencillo detectar la presencia o ausencia de un pulso de señal que captar la amplitud de una señal analógica. En consecuencia, es posible eliminar completamente el ruido o la atenuación en la señal reconstruida.

CODIGOS Y PROTOCOLOS

Además de las representaciones numéricas binarias, los sistemas de comunicación representan también otros símbolos, como las letras del alfabeto o los caracteres especiales. Para representar estos símbolos se utilizan los códigos, que se encuentran formados por extensiones del sistema binario.

Un ejemplo de un código estándar utilizado internacionalmente en la comunicación de datos es el código ASCII, el cuál fue desarrollado por el Instituto Americano de Normalización.

Una función básica de los códigos es el control de los protocolos. Los protocolos son acuerdos acerca de la forma en que se comunican entre sí los equipos terminales de datos y los dispositivos de comunicaciones. Dentro del punto 2.3 se desarrolla más ampliamente el tema de los protocolos.

En la actualidad, se llevan a cabo esfuerzos considerables a nivel mundial con el fin de publicar normas y recomendaciones que sean independientes del fabricante, adoptando interfases y comunicaciones estándar.

MULTIPLEXOR (MUX)

El multiplexor es un dispositivo cuya función es permitir que varios ETDs o puertos compartan una misma línea de comunicaciones. El empleo de multiplexores permite reducir de forma sustancial el número de canales de comunicaciones necesario. Su precio se justifica por el ahorro que proporciona en los costos de las líneas que se tienden sobre entornos locales.

En este capítulo se especifica cómo se lleva a cabo la comunicación de datos para integrar las señales del proceso en forma digital al sistema, así como con un protocolo de comunicación que pueda ser aceptado por el Sistema de Adquisición de Datos. Lo anterior ofrece ciertas ventajas como son:

- la necesidad de un menor cableado,
- mayor velocidad de acceso,
- autodiagnóstico,
- mayor confiabilidad.

Al determinar el ECD se debe procurar que las señales provenientes de varios tanques cercanos puedan agruparse, y así tener canales de comunicación con una amplia información, permitiendo entre otras cosas un menor cableado al no tener que comunicar cada tanque hasta el sistema de control. Además, se necesita un menor número de equipos que conviertan las señales recibidas a un protocolo de tipo digital que vaya al sistema de control.

A continuación se describe detalladamente el ECD para cada caso en específico, y se muestra la representación de estas comunicaciones en los diagramas de lazo correspondientes. Para la realización de estos diagramas de lazo se tomaron en cuenta los "Estándares y Prácticas recomendadas para Instrumentación y Control de la Sociedad de Instrumentistas de América (ISA)".

2.1.1 MEDIDORES DE NIVEL SERVOPERADOS

En el caso de los tanques a presión, al transmisor de nivel llegan 2 señales: una señal de temperatura y la otra de presión; mientras que para los tanques atmosféricos solo debe llegar la señal de temperatura, ya que no se cuenta con elemento de medición de presión acoplado al transmisor.

La señal que indica temperatura viene dada por un bulbo de temperatura RTD 100 Pt, conectándose al equipo de transmisión de nivel por tres hilos. La señal que indica la presión viene en una corriente de 4 a 20 miliamperes, y se conecta al equipo de transmisión de nivel por dos hilos.

El canal de comunicación (dos hilos dos vías) que contiene las señales provenientes del transmisor de nivel se conecta a una caja unión (LTMUX) que acepta las señales con la información de otros nueve tanques, haciéndose un total de diez tanques agrupados en la caja unión.

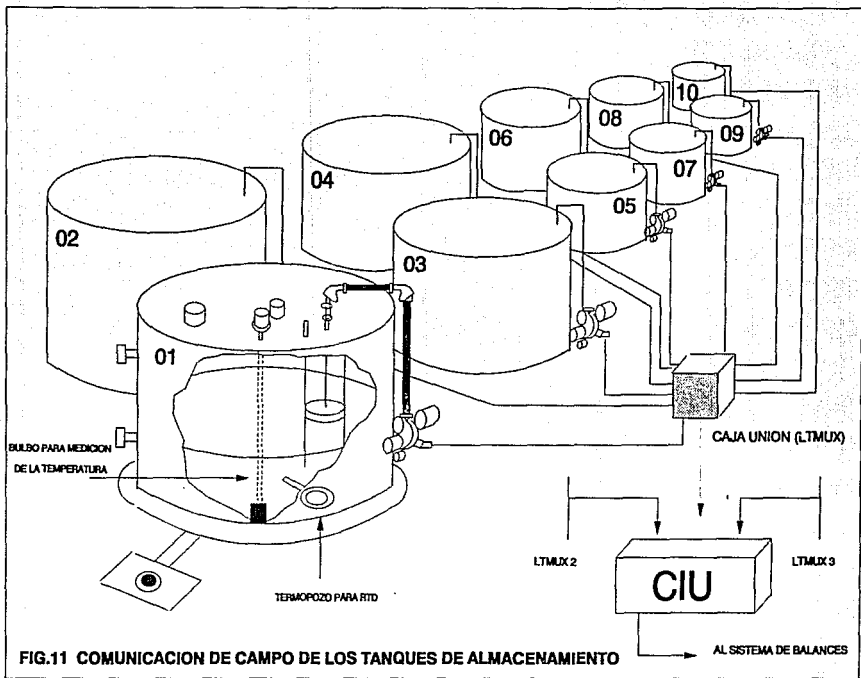
Del LTMUX sale un canal de comunicación (dos hilos) con la información de los diez tanques (que están conectados en paralelo), el cual entra posteriormente en el CIU.

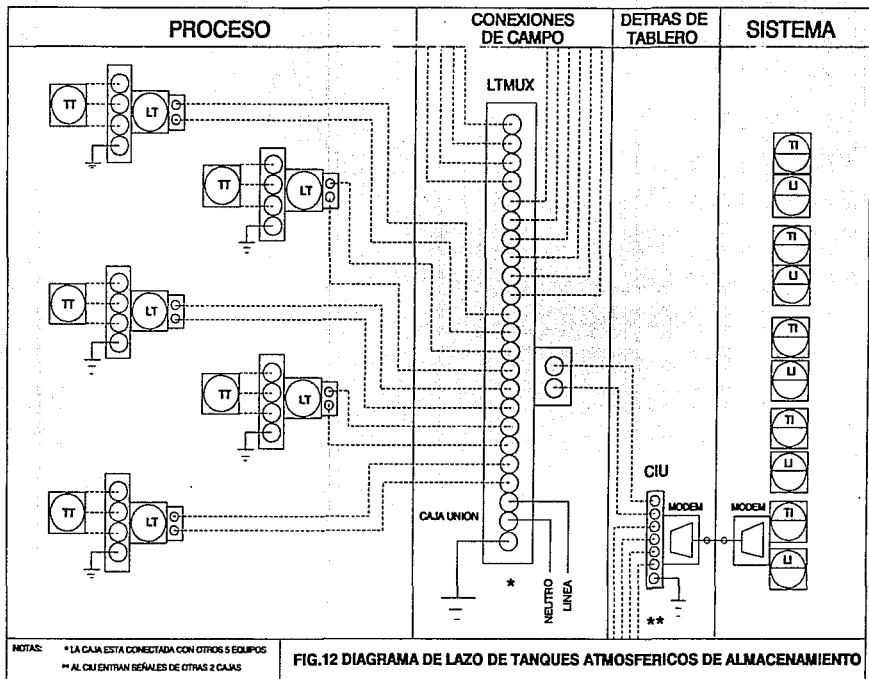
El CIU recibe las señales de un total de tres LTMUX como máximo; por lo tanto, el CIU puede adquirir la información de hasta treinta tanques, con todas las variables que éstos implican.

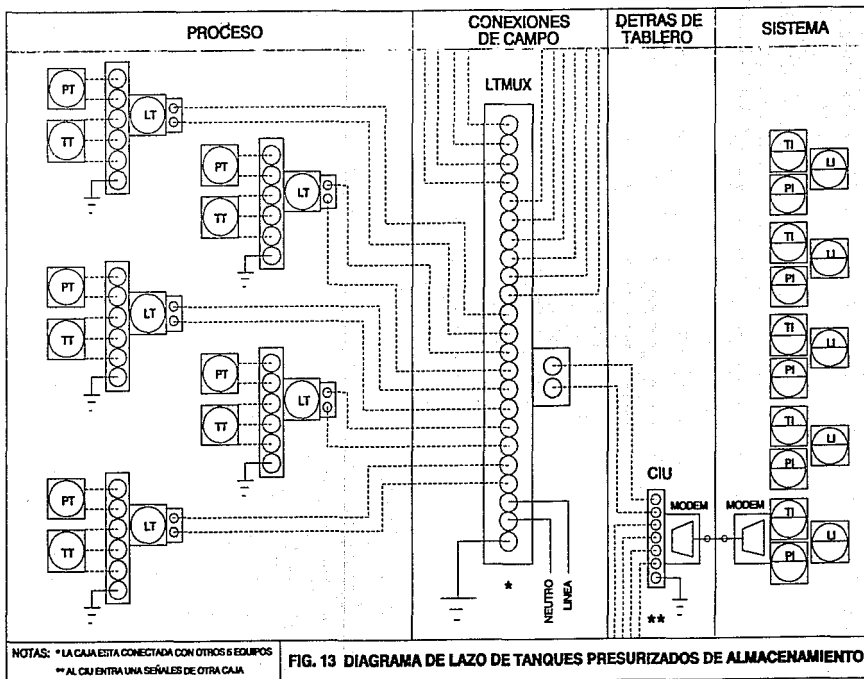
Físicamente, el CIU se comunica con el equipo de adquisición de datos por medio de 2 hilos, mientras que la comunicación lógica se realiza por medio de un protocolo propietario de SAKURA ENDRESS Co. Las comunicaciones de campo para los tanques de almacenamiento se esquematizan en la Figura 11.

En base a la información del Índice de Instrumentos (al final del Capítulo I) y a la localización geográfica de los tanques, el sistema especificado es de diez unidades LTMUX y de cuatro unidades CIU.

En las figuras 12 y 13 se encuentran los diagramas de lazo que representan las comunicaciones descritas para los tanques atmosféricos y a presión.







2.1.2 MEDIDORES DE FLUJO MASICO DE LIQUIDOS TIPO CORIOLIS

Tanto las señales de flujo másico, temperatura y densidad del fluido proporcionadas por cada medidor de coriolis son enviadas al transmisor del medidor.

Del transmisor de flujo másico sale un canal de comunicación que se conecta a una red de campo, que a su vez incorpora las señales de los ductos. Dicha red recibe el nombre de MOD BUS.

En base a la información del Índice de Instrumentos y a la localización geográfica de los tanques, el sistema consiste de 2 redes de MOD BUS para ductos. A una de estas redes se conectan 13 medidores, mientras que a la otra se conectan 12 medidores.

Cada una de las redes MODBUS se comunica físicamente con el Sistema de Adquisición de Datos por medio de 2 hilos; por otro lado, la comunicación lógica se realiza por medio de un protocolo RS-485 MODBUS.

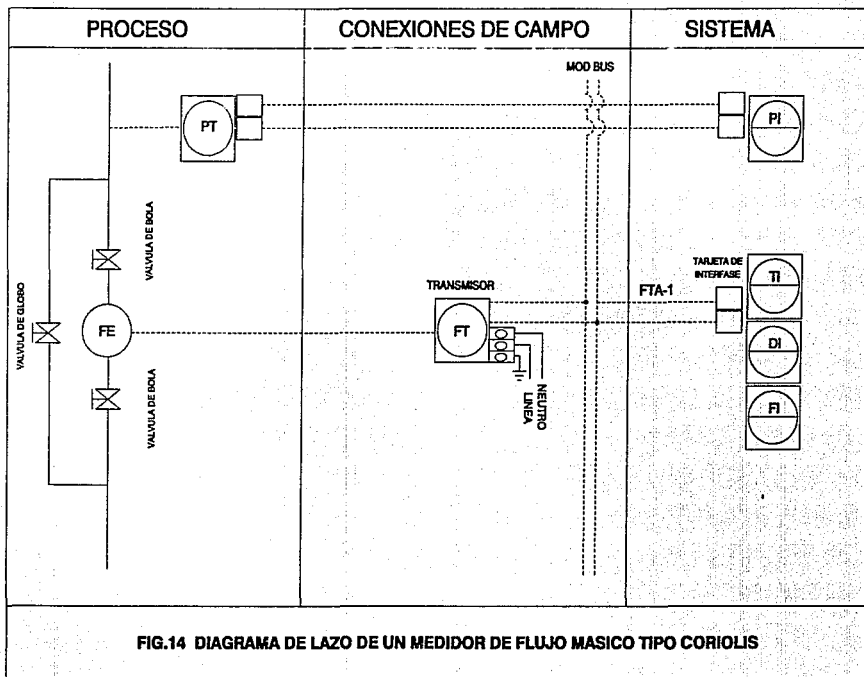
La Figura 14 presenta el diagrama de lazo para este tipo de medidores.

2.1.3 MEDIDORES ULTRASONICOS DE FLUJO VOLUMETRICO DE LIQUIDOS

Las señales de flujo volumétrico, temperatura y densidad del fluido proporcionadas por cada uno de los medidores son enviadas al transmisor/microprocesador del densitómetro radiométrico. Este transmisor se comunica con el Sistema de Adquisición de Datos por medio de un canal de comunicación de 2 hilos con protocolo RS-485 ASCII.

La señal proporcionada por el transmisor de presión piezoeléctrico con transmisor Inteligente se envía de manera independiente a la señal del densitómetro, para incorporarla al Sistema de Balance Másico Global.

Las comunicaciones para estos medidores se encuentran representadas en la Figura 15.



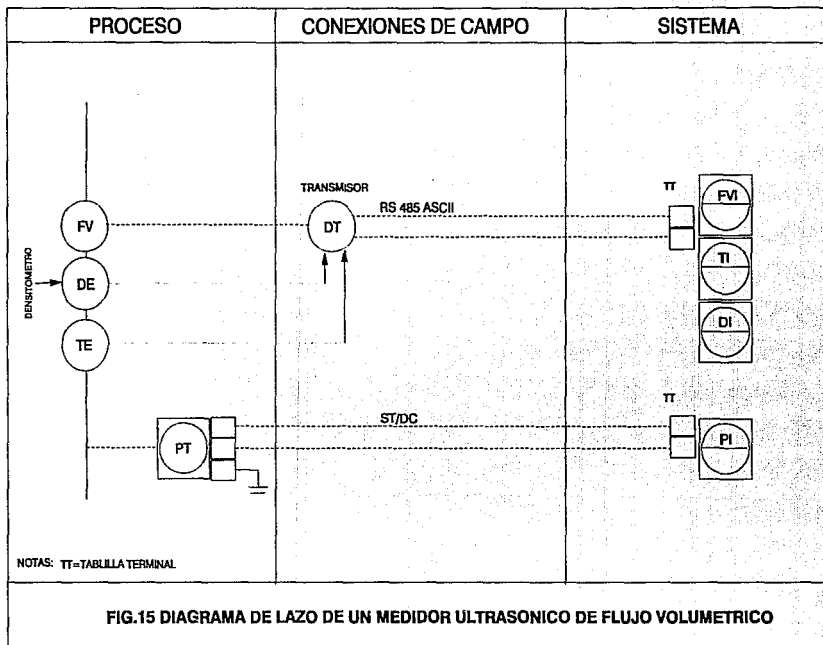


FIG.15 DIAGRAMA DE LAZO DE UN MEDIDOR ULTRASONICO DE FLUJO VOLUMETRICO

2.1.4 MEDIDORES TERMICOS DE INSERCIÓN PARA FLUJO MASCICO DE GASES

El Gasoducto de 18" es el único que emplea este tipo de medidores. El arreglo multipunto es de 2 sondas, teniendo cada una de ellas su propio transmisor de flujo y un microprocesador/receptor en común. Del microprocesador/receptor sale una señal de flujo másico total vía señal digital con protocolo RS232 ASCII, por medio de 2 hilos; para posteriormente entrar a un modem y salir de él con protocolo RS-485 ASCII. De ésta manera se puede conectar al Sistema de Adquisición de Datos.

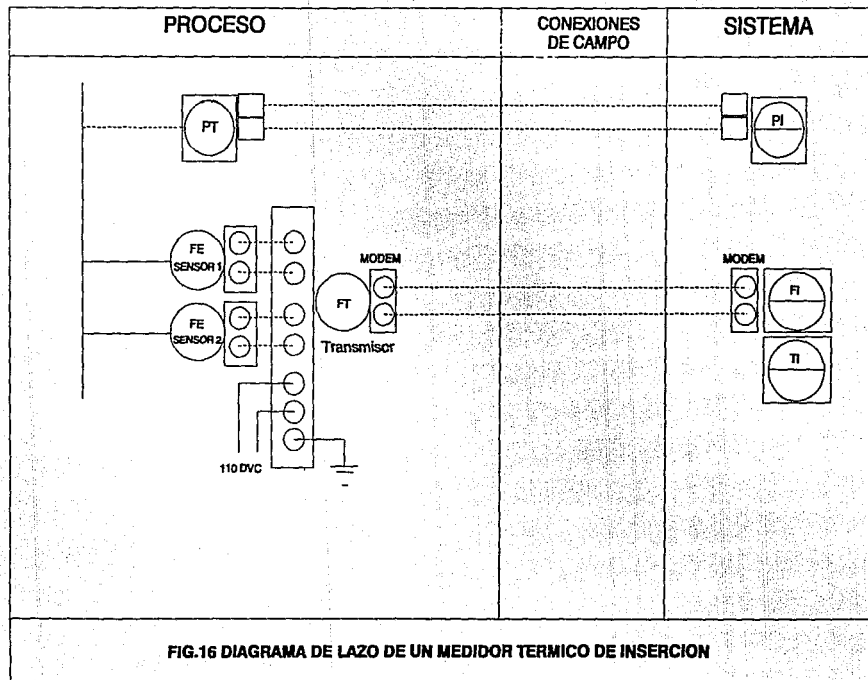
En el diagrama de lazo de la Figura 16 se pueden consultar las comunicaciones para este tipo de medidores.

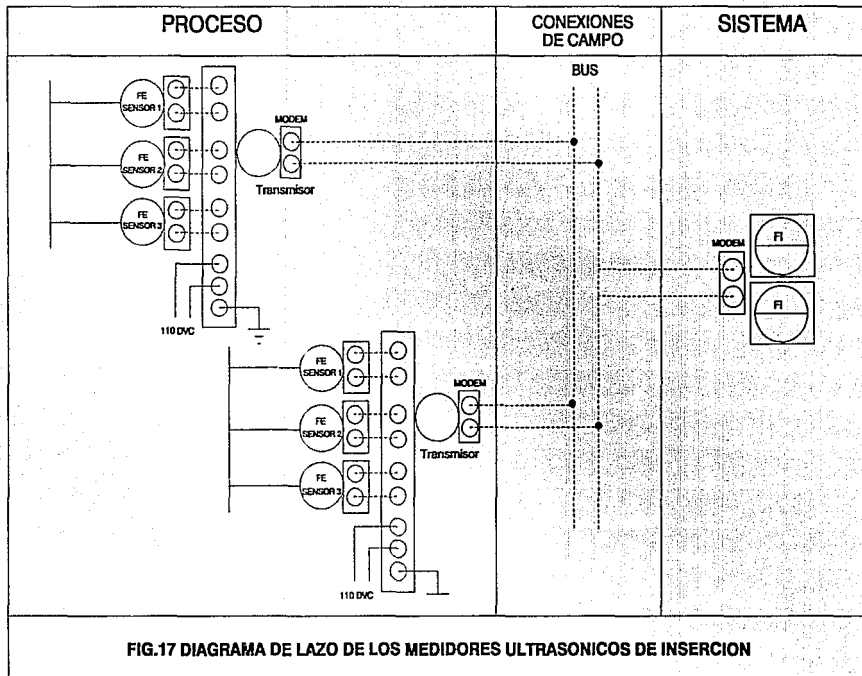
2.1.5 MEDIDORES ULTRASONICOS DE INSERCIÓN PARA FLUJO MASICO DE GASES

Cada uno de los sensores de flujo másico envía su señal al transmisor de flujo por medio de dos hilos. Del transmisor de flujo sale un canal de comunicación (dos hilos) con la información del flujo másico del fluido, el cual se conecta a una red de campo. De esta forma, la red de campo recibe un par de cables de cada uno de los desfuegos, incorporando así las señales provenientes de los 6 ductos (desfuegos).

De la red de campo sale un canal de comunicación con protocolo RS-232 ASCII, el cual vía módem sale con protocolo RS-485 ASCII, para conectarse así al Sistema de Adquisición de Datos.

Las comunicaciones correspondientes a este tipo de medidores se esquematizan en el diagrama de lazo de la Figura 17.





2.1.6 INTERRUPTORES PARA ALARMAS DE PRESION

Los interruptores de presión tienen una señal de salida de 4 a 20 mA de forma polo sencillo tiro doble (SPDT), y se comunican con el Sistema de Adquisición de Datos por medio de 2 hilos. La Figura 18 contiene el diagrama de lazo correspondiente.

2.1.7 INTERRUPTORES PARA ALARMAS DE NIVEL

Del transmisor de los switches de nivel sale un canal de comunicación (dos hilos). Este canal entra en una caja unión (LSMUX) que consta de 4 tarjetas.

Al entrar al LSMUX, el canal de comunicación se conecta a una de las tarjetas que se encuentran dentro del equipo. Uno de los cables se conecta al bus de tierras de la tarjeta, mientras que el otro a la otra zona.

Cada tarjeta tiene capacidad para poder recibir la información de 8 switches de nivel como máximo, por lo que cada LSMUX tiene la capacidad de poder adquirir la información de 32 switches de nivel como máximo.

Del LSMUX sale un canal de comunicación (dos cables) vía puerto RS-232C con protocolo Allen Bradley, entra a un módem y sale con protocolo RS-485C, para así comunicarse con el Sistema de Adquisición de Datos.

El sistema especificado para la unidad de refinación que estamos tratando es de 5 unidades LSMUX.

El orden de colocación de los 32 "lugares para switch" en cada LSMUX consiste en ir conectando los switches en la primera tarjeta, hasta ocupar los ocho espacios disponibles. Una vez conectada la primera tarjeta se empieza a conectar la segunda tarjeta, y así sucesivamente hasta ocupar todos los espacios disponibles en la LSMUX.

Estas comunicaciones de campo se encuentran esquematizadas en la Figura 19.

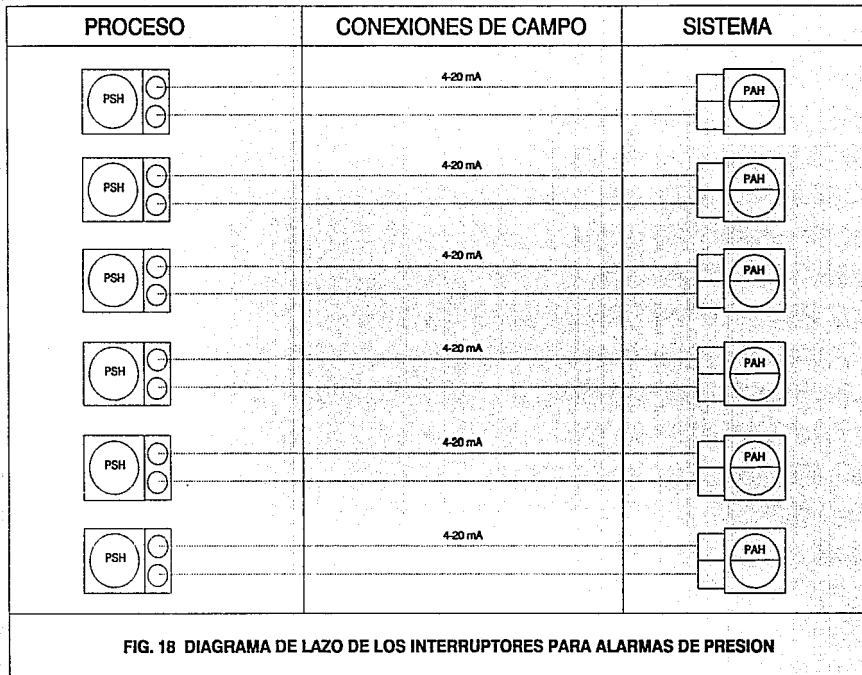
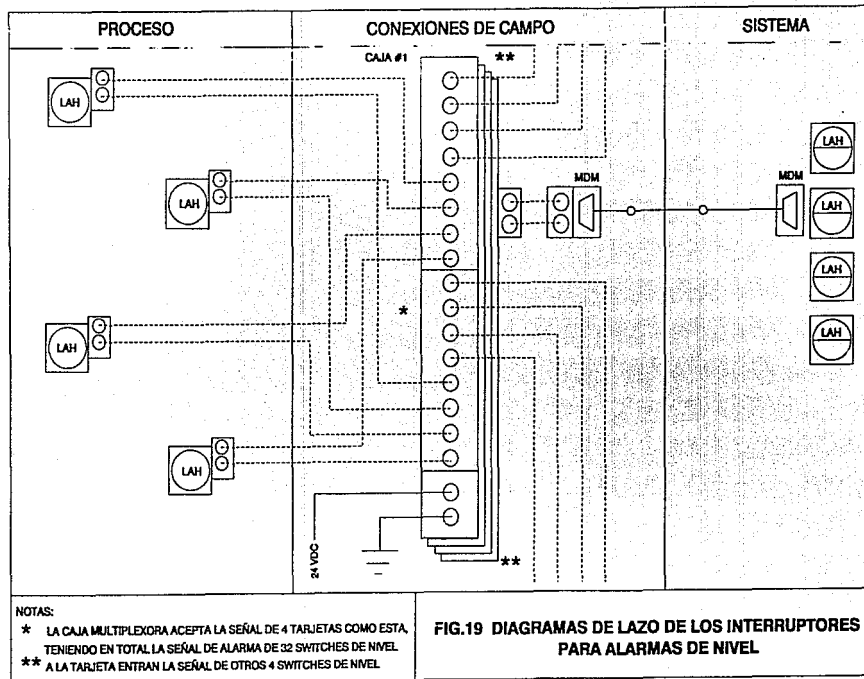


FIG. 18 DIAGRAMA DE LAZO DE LOS INTERRUPTORES PARA ALARMAS DE PRESION



2.2 EQUIPO DE ADQUISICION DE DATOS

2.2.1 CARACTERISTICAS

La función del Equipo de Adquisición de Datos (EAD) es el reunir señales provenientes del campo para ser procesadas en el sistema.

La tecnología de microprocesadores ha permitido que estas estaciones soporten una gran variedad de funciones, entre las que se incluyen:

1. Diversidad en la capacidad de manejo de señales, incluyendo entradas de corriente, termopares, detectores resistivos de temperatura (RTD's), contactos y monitoreo de secuencias de eventos.
2. Alarmas sofisticadas, entre las que se incluyen alarmas: absolutas, por desviación de valores preestablecidos, velocidad de cambio y por cambio de estado.
3. Autodiagnóstico y redundancia en las operaciones (particularmente cuando residen una gran cantidad de variables de proceso en una sola estación).

De las necesidades del sistema detalladas en el capítulo anterior se derivan las características que debe ofrecer un EAD, las cuáles son:

- Ser equipo dedicado; es decir, que haya sido diseñado específicamente para aplicaciones como la presente.
- Que presente un software de comunicación con sistemas de telemedición.

- Que su tiempo de scan (refrescamiento de la información) sea lo suficientemente corto para que el sistema detecte cambios en el proceso a una velocidad igual o mayor a la velocidad con la que ocurren dichos cambios; es decir, que tenga la capacidad de procesar información en tiempo real.
- Que sea robusto, es decir, tolerante a fallas.
- Capacidad futura de control regulatorio, lógico y secuencial.
- Software dedicado de procesamiento y control.
- Redundancia en comunicaciones.
- La comunicación debe realizarse a través de protocolos estándar y comerciales que faciliten la transmisión continua de grandes volúmenes de información de manera rápida.
- Presentar una interfase adecuada con el proceso.
- Permitir el reemplazo de las tarjetas energizado.
- Presentar redundancia en I/O.
- Los equipos deben suministrar alimentación a Instrumentos.
- Capacidad de configuración.
- Capacidad de memoria.
- Manejo a falla de sistema.
- Fuentes de poder.
- Protecciones eléctricas.

2.2.2 OPCIONES

De acuerdo con las características antes mencionadas, las opciones más viables las constituyen los siguientes equipos:

I. REDES DE MICROCOMPUTADORAS (PC's)

***II. REDES DISTRIBUIDAS DE CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES
(PLC's: Programmable Logic Controllers)***

III. SISTEMAS DE CONTROL DIGITAL DISTRIBUIDO (SCD).

En las siguientes páginas se presenta una descripción funcional de cada uno de ellos.

I. REDES DE MICROCOMPUTADORAS (PC'S)

A grandes rasgos, esta opción representa un sistema de monitoreo de tanquería compuesto por una interfase y una computadora personal. La interfase procesa señales de niveles, temperatura y alarmas provenientes del monitoreo del tanque. Los datos de los tanques son presentados en el monitor por medio de diversos desplegados. Las señales son adquiridas y procesadas de manera continua, en cualquier momento.

Las características mínimas necesarias de las computadoras personales para este tipo de sistemas son:

- PROCESADOR

Los procesadores utilizados en computadoras personales para uso industrial deben ser 80386 o mayores (80486 ó 80586). Las características descritas a continuación se refieren al procesador 80386.

El procesador 80386 debe correr preferentemente con velocidades de 16 a 20 Mhz, con un coprocesador matemático 80387 y una memoria RAM de hasta 8 Mbytes. A 16 Mhz, el procesador 80386 de 32 bits es capaz de ejecutar de 3 a 4 millones de instrucciones por segundo, velocidad que se logra gracias a una trayectoria interna de señales de 32 bits.

El CPU debe incluir también dos puertos seriales tipo RS232 o RS422, un puerto paralelo, reloj/calendario de batería, controlador de tablero y una conexión de expansión de memoria de 32 bits.

- ROM Bios

El ROM BIOS (Basic Input/Output System) asegura la compatibilidad con sistemas operativos tales como DOS y OS, así como la PC/AT. Debe permitir la inicialización y el reencendido (reboot) de la computadora sin necesidad de un tablero, monitor o drive en el sistema.

- COMUNICACION DE RESPALDO (Backplane)

Minimiza tiempos muertos, ya que permite un tiempo muy corto para la reparación o reemplazo de componentes claves. De esta manera, inclusive la fuente de alimentación puede ser fácilmente removida.

- TARJETAS DE ENTRADAS/SALIDAS (I/O)

Las tarjetas utilizadas deben tener entradas y salidas analógicas y digitales que permitan la transmisión de señales de campo y hacia el campo; teniendo interfaces con voltajes analógicos, termopares, RTD's y sensores de tensión.

- REQUERIMIENTOS PARA ALMACENAMIENTO DE INFORMACION

La computadora debe contar con capacidad de almacenamiento de información, como la suministrada por discos duro y discos flexibles.

Estos sistemas inician comunicándose secuencialmente en todas las direcciones, registrando la presencia o ausencia de una respuesta, así como su tipo. Después de establecer cuántos nodos están conectados, el sistema continúa comunicándose con éstos regularmente y continúa buscando otros nodos a intervalos determinados. También ejecuta las acciones de reset y reencendido en el caso de que el programa se interrumpa o reciba mensajes inválidos de los nodos. Cuando se reenciende, la corriente de la red de información se interrumpe durante varios segundos y una vez reestablecida reinicia las comunicaciones desde el principio.

Con estos sistemas se facilita un control centralizado, ya que la pantalla presenta listas de datos provenientes de numerosos tanques; además, se detectan y reportan automáticamente fallas en los transmisores y en el cableado de transmisión. Estos sistemas poseen programas de autodiagnóstico.

Entre los principales desplegados que presentan este tipo de sistemas están:

- Detalle de condiciones actuales de tanques.
- Gráfica de barras de niveles de tanque por producto.
- Registro de movimientos.
- Historización.
- Índice de tanques.
- Datos del set-up de los tanques.
- Datos del sistema.
- Datos de operación.
- Desplegados de alarmas para todos los tanques.
- Gráficas de barras por volumen y temperatura por tanque.

Una desventaja de este tipo de sistemas es que dada la Instrumentación especificada, las Interfases requeridas para la adquisición de datos poseen protocolos propietarios. Además, la mayoría de las computadoras personales no corren en tiempo real, dificultando el que el sistema detecte cambios en el proceso a una velocidad igual o mayor a la velocidad con la que ocurren dichos cambios. Por otro lado, presenta limitaciones en la capacidad de memoria.

II. CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES (PLC's)

Los PLC's son físicamente controladores de control distribuido; sin embargo, a diferencia de los PID's deben preprogramárseles ciertas funciones para que puedan ser realizadas.

Entre las principales características de los PLC's se encuentran:

- Tiempo de barrido (scan) de 0.75 a 5 ms.
- Red de comunicación remota que permite realizar funciones de configuración y diagnóstico hasta distancias de 4500 m.
- Funciones:
 - Transferencia de datos.
 - Funciones matemáticas.
 - Operaciones de bits.
 - Cálculos matriciales.
 - Funciones estándar de relevo.
- Módulos de entrada/salida para entradas discretas, analógicas y discretas.
- Detección de errores contenidos en la Información.
- Autodiagnóstico de "status" por módulo.
- Detección de módulos instalados incorrectamente.
- El reemplazo de los módulos se realiza sin afectar el cableado al campo.

Módulos adicionales para PLC's:

- Coprocesador para la operación en tiempo real.
- Puertos de comunicación para cálculos y manejo de datos adicionales.
- Módulos supervisorios de redundancia.
- Procesador de control distribuido que permite la transmisión remota de señales e interlocks de control sin degradación en el desempeño.

Entre los principales problemas que presenta este tipo de sistemas se encuentra la limitación en la capacidad de memoria; así como, la complejidad que representa la programación de las funciones (por ejemplo, la necesidad de especificar la dirección de memoria de las variables).

III. SISTEMAS DE CONTROL DIGITAL DISTRIBUIDOS

Las características generales de los módulos de adquisición de datos de los sistemas de control distribuido son las siguientes:

- Comunicaciones puerto a puerto sobre el canal de comunicaciones.
- Capacidad de programación.
- Módulos opcionales de entradas y salidas remotas (hasta 2 Kms).
- Interfase con módulos de entrada y salida.
- Frecuencia de barrido (scan) promedio de de segundo.
- Conversión a unidades de ingeniería.
- Supervisión de alarmas.
- Empalme y filtro de señales.
- Software de calibración de salidas analógicas.
- Detección de errores en salidas analógicas configurables o estándar.
- Conteo y seguimiento de entradas digitales.
- Lectura de salidas digitales.

2.2.3 SELECCION DEL SISTEMA

Desafortunadamente, en algunas ocasiones la selección del sistema de control no se encuentra basada en la evaluación técnica del sistema, sino que se ve influenciada por ciertos factores no técnicos que le ofrecen mayores beneficios al vendedor.

Para evitar esto, se han desarrollado métodos que involucran matrices de teoría de decisiones con el fin de escoger sistemas electrónicos basados en méritos técnicos, y facilitar así la determinación del sistema.

El método que se utilizó para la selección del sistema, comprende como primer paso el desarrollo de una lista de requerimientos esenciales⁽⁴⁾. Esta lista se requiere para reducir el número de opciones potenciales a un nivel manejable.

El siguiente paso consiste en enlistar las características deseadas. Enlistar los puntos esenciales no resulta complicado; sin embargo, las características deseadas se deben analizar con el fin de asignarles factores de "peso". Lo anterior se realiza dividiendo la lista de "características deseadas" en diferentes categorías y asignándoles un cierto peso, dependiendo de la importancia que se les considere.

De esta manera, se le asigna un valor relativo a cada opción para cada característica en una categoría dada, basado en la experiencia de los usuarios y en la información disponible proporcionada por los proveedores. El producto resultante de la importancia asignada y del valor relativo, es normalizado y colocado en forma de matriz de decisiones.

Siguiendo lo descrito anteriormente, para la selección del Sistema de Adquisición de Datos se compararon las principales características mencionadas en el punto 2.2.1. La Tabla 1 presenta el procedimiento empleado para la selección.

(4) Les Kane, "SELECTING A DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM", Hydrocarbon Processing, Febrero 1990.

TABLA1 SELECCION DEL EQUIPO DE ADQUISICION DE DATOS

CONCEPTO	Peso Relativo (PR)	Peso Neto (PN)	Cal. PC's (CPC)	Cal. PLC's (CPLC)	Cal. SCD (CSCD)	CPC * PN	CPLC * PN	CSCD * PN
Equipos dedicados	10	0.15	0	3	3	0.00	0.45	0.45
Software de comunicación con sistemas de telemedición	10	0.15	1	1	3	0.15	0.15	0.45
Capacidad de procesamiento en tiempo real	10	0.15	0	3	3	0.00	0.45	0.45
Robustez	6	0.09	1	2	3	0.09	0.18	0.27
Crecimiento futuro de control regulatorio	8	0.12	1	1	3	0.12	0.12	0.36
Software dedicado de procesamiento y control	7	0.11	1	1	3	0.11	0.11	0.32
Redundancia en comunicaciones	7	0.11	0	3	3	0.00	0.32	0.32
Capacidad de procesamiento de grandes volúmenes de información	8	0.12	2	1	2	0.24	0.12	0.24
SUMA DE PESOS	66	1.00						
SUMA NETA DE LA OPCION						0.71	1.91	2.88
SUMA NORMALIZADA DE OPCION						2.47	6.63	10.00

El análisis realizado arrojó que para este caso y en base al valor relativo asignado a cada concepto, la mejor opción la constituyen los Módulos de Adquisición de Datos de Sistemas de Control Distribuido.

Ahora bien, una vez que se ha determinado que sea un Sistema de Control Distribuido, la selección de este resulta también de gran importancia. Para esta selección, se siguió el mismo método descrito anteriormente. En este caso se compararon las principales características, en cuanto al Hardware como al Software, de 2 de los más importantes proveedores de Sistemas de Control Distribuido a nivel mundial, como son: Honeywell y ABB Taylor.

De esta manera y tal como lo demuestra la Tabla 2, el análisis indicó que la mejor opción la constituye un Sistema de Control Distribuido marca Honeywell u otro que presente características similares.

TABLA 2
SELECCION DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

No	CONCEPTO	ESPECIFICACION	Pos Pel (PP)	Pos Net (P)	Cotizacion HONEYWELL (H)	Cal HW (CH)	Cotizacion ABB (A)	Cal ABB (CA)	CH * P	CA * P	
1	HARDWARE										
1.1	Dimensionamiento										
1.1.1	Entradas Analogicas de 4-20 mA		10	0.036	si	10	si	10	0.36	0.36	
1.1.2	Salidas Analogicas de 4-20 mA		10	0.036	si	10	si	10	0.36	0.36	
1.1.3	Entradas Digitales (24 V)		10	0.036	si	10	si	10	0.36	0.36	
1.1.4	Salidas Digitales (120 V)		10	0.036	si	10	si	10	0.36	0.36	
1.1.5	Entradas Analogias de Termopar (mV)		10	0.036	si	10	si	10	0.36	0.36	
1.2	Interfase Hombre / Maquina								0.00	0.00	
1.2.1	Pantallas	13", 19" VGA, col, ant	3	0.011	si	10	si	10	0.11	0.11	
1.2.2	Touch Screen	Algun control de cursor	3	0.011	si	10	si	10	0.11	0.11	
1.2.3	Track Ball	Algun control de cursor	3	0.011	no	0	4, No es necesario	2	0.00	0.02	
1.2.4	Teclado membrana		3	0.011	si	10	si	10	0.11	0.11	
1.2.5	Teclado de ingenieria ANSI		3	0.011	si	10	2, 1 Operacion 1 Turbopack	10	0.11	0.11	
1.2.6	Teclado configurable		3	0.011	si	10	si	10	0.11	0.11	
1.2.7	Facilidad para reencender (reboot) la consola		3	0.011	Muy dificil	2	Facil y rapidamente	10	0.02	0.11	
1.3	Impresora	1, 400cps, alta, graf no	4	0.014	si	10	si	10	0.14	0.14	
1.3.1	Videocopladora		1	0.004	no	0	si	10	0.00	0.04	
1.4	Interfase Maquina/Maquina hacia sistemas MIS		5	0.018	opcional	5	opcional	10	0.09	0.18	
1.4.1	Protocolos Disponibles de comunicacion								0.00	0.00	
	Decnet		5	0.018	Si	10	No	0	0.18	0.00	
	Ethernet		7.5	0.027	Si	10	Si	10	0.27	0.27	
	MAP		5	0.018	Si	10	Si	10	0.18	0.18	
	TOP		5	0.018	Si	10	Si	10	0.18	0.18	
1.5	Interfase con proceso								0.00	0.00	
1.5.1	Tiempo de Scan	0.25-1 SEG	5	0.018	0.5 seg	5	0.25 seg	10	0.09	0.18	
1.5.2	Romplazo energizado	Si	3	0.011	Si	10	Solo en algunas	7.5	0.11	0.08	
1.5.3	Redundancia	Si	7	0.025	1 a 1	2	11 a 1	2	0.25	0.05	
1.5.4	Alimentacion a los instrumentos	24 V	10	0.036	24 V	10	24 V	10	0.36	0.36	
1.5.5	Puede el sistema comunicarse con transmisores intelig	Si	6	0.021	Si, Honeywell	10	no	0	0.21	0.00	
1.6	Almacenamiento Masivo								0.00	0.00	
1.6.1	Discos Flexibles		2	10	0.036	si	10	si	10	0.36	0.36
1.6.2	Discos Fijos	2, 140 MB	10	0.036	2, 140 MB	10	2, 150 MB	10	0.36	0.36	
1.6.3	Capacidad de almacenamiento historico		10	0.036	280 MB	7.5	300 MB	10	0.27	0.36	
1.6.4	Algoritmos de compactacion de datos.		10	0.036	Solo promedios	2	Si	10	0.07	0.36	
1.7	Unidades Controladoras								0.00	0.00	
1.7.1	Capacidad de bloques por controlador		5	0.018	si	10	si	10	0.18	0.18	
1.7.2	Capacidad de estrategias de control	Desacopladores	8	0.028	Integracion libre hasta desacoplador	7.5	Integracion libre hasta desacoplador	10	0.21	0.28	

TABLA 2
SELECCION DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

No	CONCEPTO	ESPECIFICACION	Pes Rel (PR)	Pes Net (P)	Cotizacion HONEYWELL (H)	Cal HW (CH)	Cotizacion ABB (A)	Cal ABB (CA)	CH * P	CA * P
1.7.3	Capacidad de int. de funciones entre controladores	Si	10	0.038	si	10	si	10	0.38	0.38
1.7.4	Tecnología de hardware		1	0.004	32 bits	10	16 bits	7.5	0.04	0.03
1.7.5	Capacidad de programación	Si	9	0.032	si	10	si	10	0.32	0.32
1.7.6	Redundancia	5:1	10	0.038	1 a 1	10	11 a 1	2	0.38	0.07
1.7.7	Porcentaje de Saturación en I/O		2	0.007	95%	10	95%	10	0.07	0.07
1.7.8	Porcentaje de Saturación en Control		2	0.007	20%	10	50%	10	0.07	0.07
1.7.9	Mismo controlador para procesos continuos y batch?		1	0.004	Si	10	Si	10	0.04	0.04
1.7.10	Los controladores comparten "backplane bus"?		5	0.018	No	0	Si	10	0.00	0.18
1.8	Subsistema de control avanzado								0.00	0.00
1.8.1	Integración con SCD	Total	10	0.038	total	10	total	10	0.38	0.38
1.8.2	Capacidad de memoria		2	0.007	4MB	7.5	Más de 4MB	10	0.05	0.07
1.8.3	Tipo de Software (Genérico o De marca)		1	0.004	De marca	7.5	De marca	7.5	0.03	0.03
1.8.4	Manejo a falla de subsistema		8	0.028	Degradación preconfigurable	10	Degradación preconfigurable	10	0.28	0.28
1.9	Topología								0.00	0.00
1.9.1	Redes		1	0.004	LCN, UCN	5	DCN, File Bus, Field Bus	7.5	0.02	0.03
1.9.2	Capacidad de nodos por red		4	0.014	si	10	si	10	0.14	0.14
1.9.3	Protocolo de Comunicaciones		3	0.011	Token passing virtual	5	Token passing	10	0.05	0.11
1.9.4	Velocidad de comunicaciones		3	0.011	5 megabaud	8	1 megabaud	5	0.09	0.05
1.0.5	Redundancia en comunicaciones		10	0.038	1a1	10	1a1	10	0.38	0.38
1.10	Estructuras de Soporte								0.00	0.00
1.10.1	No de Fuentes de poder		1	0.004	1 por gabinete 4 gabinetes	10	1 por gabinete 8 gabinetes	10	0.04	0.04
1.10.2	Protecciones eléctricas	Si	1	0.004	si	10	si	10	0.04	0.04
1.10.2	GARANTIA		10	0.038	2 Meses en operación o 18 a entreg	10	no	0	0.38	0.00
SUMA DE PESOS			281.5	1.000						
SUMA NETA DE PROVEEDOR									8.85	8.58
SUMA NORMALIZADA DE PROVEEDOR									10.00	9.88

TABLA 2
SELECCION DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

Nº	CONCEPTO	Pes Rel (PR)	Pes Net (P)	Cotizacion HONEYWELL (H)	Cal HW (CH)	Cotizacion CAB (A)	Cal CAB (CA)	CH * P	CA * P
II	SOFTWARE								
II.1	Dispositivo empleado para la configuración?	9	0.055	US	7.5	Turbonodos, 1 p/ rep, 1p/ hist, 1p/e/s	5	0.41	0.27
II.2	Dispositivo empleado para cambios en línea	9	0.055	US	7.5	MOD 300 CRT	6	0.41	0.33
II.3	Operación de Desplegados							0.00	0.00
II.3.1	Estructura del desplegado	6	0.037	Independiente	10	Por jerarquías	5	0.37	0.18
II.3.2	Respuesta a la solicitud	4	0.024	Rápida	10	Lenta	5	0.24	0.12
II.3.3	Acces/console	3	0.018	Una	5	Todas	10	0.09	0.18
II.3.4	Lazos por grupo	7	0.043	8	5	12	10	0.21	0.43
II.3.5	Resolución de la variable de proceso, setpoint, salida	5	0.030	Alto	7.5	Bajo	5	0.23	0.15
II.3.6	Periodo de la tendencia	6	0.037	Variable	10	Fijo	5	0.37	0.18
II.3.7	Operación Simultanea de variable de proceso, punto de ajuste y salida	6	0.037	Disponible	10	No disponible	5	0.37	0.18
II.3.8								0.00	0.00
II.3.9	Configuración de graficas.	6	0.037	US	6	Algun turbonodo	5	0.22	0.18
II.4	Alarmas							0.00	0.00
II.4.1	Prioridades	5	0.030	5	7.5	3	5	0.23	0.15
II.4.2	Combinación de alarmas	2	0.012	variable	10	Desplegado de grupo de alarmas	5	0.12	0.06
II.5	Detalles							0.00	0.00
II.5.1	Acceso	4	0.024	Desplegado de grupo	10	Desplegado de grupo	10	0.24	0.24
II.5.2	Key-in	4	0.024	Nombre del Tag	7.5	Nombre del Tag	7.5	0.18	0.18
II.5.3	Contenidos	2	0.012	Información necesaria selecta	10	Limitada	7.5	0.12	0.09
II.6	Desplegados de: punto de ajuste, variables de proceso y mantenimiento	4	0.024	Disponible en cada gpo,detalles y grafica	10	Solo disponible en detalles	7.5	0.24	0.18
II.6.1	Tipo de acceso	7	0.043	Aleatorio a SP y PV en cualquier desplieg.	10	Desp de Gpo a Detalle a SP,PV	5	0.43	0.21
II.7	Generación de grupos en línea	6	0.037	En línea	10	En línea	10	0.37	0.37
II.8	Sintonización de lazo.	7	0.043	En desplegado de grupo y de detalle	10	En desplegado de grupo y de detalle	10	0.43	0.43
II.9	Paquete de autotintonización.	5	0.030	Opcional, Loopturne	2.5	Si, Tipo Ziegler Nichole	7.5	0.08	0.23
II.10	Llamado de pantallas.	7	0.043	Aleatorio	10	Secuencial	5	0.43	0.21
II.11	Depuración (Debugging) en líneas	10	0.061	No	0	Si	10	0.00	0.61
II.12	Manipulación de salidas, puntos de ajuste y variables de proceso	9	0.055	8 puntos simultaneos	7.5	Secuencial 1 punto	5	0.41	0.27
II.13	Generación de grupos en emergencia, en línea.	2	0.012	Si	10	No	0	0.12	0.00
II.14	Diagnostico sobre problemas elementales de funcionamiento.	9	0.055	Si	10	Si	10	0.55	0.65
II.15	Diagnosticos detallados	8	0.049	No	0	Si	10	0.00	0.49
II.16	Tienen las consolas de operación acceso a la b. de datos siempre	7	0.043	Si	10	Si	10	0.43	0.43
II.17	Todas las graficas se encuentran en el sistema?	3	0.018	Si	10	Si	10	0.18	0.18
II.18	Como se encuentran configuradas las graficas?	2	0.012	Picture Editor en la US	5	Software constructor de graficas en CRT	7.5	0.06	0.09
SUMA DE PESOS		164	1.000						
SUMA NETA DE CONCURSANTE								7.54	7.20
SUMA NORMALIZADA DE CONCURSANTE								10.00	9.58

2.2.4 ESPECIFICACIONES DETALLADAS DEL EQUIPO DE ADQUISICION DE DATOS

2.2.4.1 MODULO CONTROLADOR DE PROCESO (MCP)

El Módulo Controlador de Proceso es capaz de realizar las siguientes funciones:

- Adquisición de datos.
- Funciones de control (regulatorio, lógico y secuencial).
- Comunicaciones puerto a puerto con todos los demás módulos de la red de comunicación de proceso.
- Comunicación total con personal de operación y de proceso tanto en la Estación de Operación Central como en las demás estaciones del sistema.
- Los tipos de desplegados y procedimientos de este módulo deben ser iguales o similares a los de los otros módulos y estaciones del sistema, a fin de que el personal se familiarice con el sistema.
- Servir como plataforma a las diversas estrategias y aplicaciones de alto nivel disponibles en la red de área local (RLSCD) a través del módulo de aplicación.

1. DESCRIPCION FUNCIONAL

La arquitectura del módulo cuenta con microprocesadores dedicados a la realización de actividades específicas. Estos microprocesadores son:

- Procesador de Comunicaciones,
- Procesador de Entradas/Salidas, y
- Procesador de Control.

El Procesador de Comunicaciones está diseñado para permitir comunicación de alto nivel con la red, sirviendo como soporte para acciones tales como el acceso de datos provenientes de la red y comunicaciones puerto a puerto. El procesador de control permite la realización de funciones de control regulatorio, lógico y secuencial, con una alta facilidad de programación. El procesador de E/S permite la comunicación del MCP con un subsistema de entradas y salidas.

Dicho subsistema cuenta con conexión redundante de E/S y con capacidad de hasta 40 procesadores de E/S redundantes. Estos procesadores manejan las entradas y salidas de campo, tanto para la adquisición de datos como para funciones de control.

2. PUNTOS (DATA POINTS) CONFIGURABLES EN EL MCP

Todos los valores de entrada y salida son convertidos a unidades de ingeniería por estos procesadores, haciéndolos disponibles tanto para comunicaciones como para su procesamiento. De manera conceptual, el MCP puede ser visto como un dispositivo particionado en celdas o "slots" de diversos tipos. Estos slots representan una localidad en la memoria, a la cual se le puede asignar un nombre o TAG. Un slot con tag es conocido como "data point". Los tipos de "data points" (puntos) que pueden ser configurados en el MCP son:

- Punto variable de proceso.
- Punto de control regulatorio.
- Punto digital compuesto.
- Punto lógico.
- Punto módulo de proceso.
- Bandera.
- Numérico.
- Contador (timer).

A continuación se describen los puntos anteriores que tienen una utilización directa para cubrir los objetivos de esta tesis. Los que no son descritos son aquellos que permiten la realización de funciones de control a lazo cerrado, lo cual no se contempla en esta propuesta; sin embargo, deben existir todas las facilidades para su posterior implementación.

a) Punto variable de proceso.

Este tipo de data points permite la realización de funciones de cálculo y compensación de variables asociadas. Representan el valor de dichas variables, cuyo procesamiento debe ofrecer una serie de algoritmos para flujo másico, totalización y compensación por tiempo muerto. Además, existen las siguientes funciones: revisión y supresión extensivas de alarmas, filtrado de señales y algoritmos para ecuaciones.

b) Bandera.

Es un punto de dos estados (encendido-apagado ON-OFF), utilizado para archivar valores Booleanos. No es especificado ni procesado, y su estado puede ser cambiado por el operador o por medio de un programa residente. Se debe tener capacidad para 1000 puntos bandera, de los cuales los primeros 120 deben poderse configurar para alarmas normales ON-OFF.

c) Punto numérico.

Este tipo de data points son utilizados para archivar números reales. Las funciones realizadas con ellas son operaciones tipo batch o de recetas, o bien para almacenar temporalmente resultados de cálculos. De manera similar a los puntos bandera, no son procesados ni especificados, pero los cambios que experimenta son resultado de la actividad del sistema. Cada módulo debe tener capacidad para 2000 puntos numéricos.

d) Contador (timer).

Permite el conteo (timing) de eventos, ya sea por medio del operador o por medio de programa de secuencias. Una vez puesto en marcha, activa una señal para indicar que el tiempo de conteo ha llegado a un límite predeterminado.

3. FUNCIONES

Funciones de Entrada-Salida.

Los procesadores de E/S junto con las tabllas terminales desarrollan el refrescamiento y procesamiento de la información de todas las entradas y salidas. Los procesadores de E/S con los que cuenta el MCP son de los siguientes tipos:

- Entradas analógicas de alto nivel (HLAI: 16 puntos).
- Entradas analógicas de bajo nivel (LLAI: 8 puntos).
- Multiplexor entradas analógicas bajo nivel (LLMAI: 32 puntos).
- Interfase con transmisores inteligentes (STI: 16 puntos).
- Interfase serial con el procesador E/S (SI-IOP: 16 puntos por cada una de las dos tabllas terminales; es decir, 32 puntos totales).
- Salidas analógicas (AO: 8 puntos).
- Entradas tipo pulsos (PI: 8 puntos).
- Entradas digitales (DI: 32 puntos).
- Salidas digitales (DO: 16 puntos).

Funciones de alarma

El MCP constituye una plataforma para muchas de las alarmas del sistema. A medida que las alarmas ocurren, son anunciadas visualmente en la Estación de Operación Central a través de tableros y diversos tipos de desplegados. También se pueden anunciar de manera externa a través de dispositivos conectados a la Estación de Operación Central.

Para las variables manejadas por el MCP, se pueden configurar los siguientes tipos de alarmas:

- Alta
- Alta-Alta
- Baja
- Baja-baja.

4. ARREGLO Y SELECCION DE TARJETAS

El MCP consiste en un conjunto de unidades de procesamiento de entradas/salidas y de control redundantes, así como de una fuente de poder, que distribuidas en tres secciones diferentes, se encuentran montadas en un gabinete.

La primera sección permite acomodar 5 tarjetas que contengan las funciones del MCP y 10 tarjetas de procesadores de E/S. En la segunda sección, se pueden colocar otras 5 tarjetas correspondientes al MCP redundante, y al igual que la anterior presenta espacio para 10 tarjetas correspondientes a procesadores de E/S. Por otro lado, la última sección contiene espacio para alojar 15 tarjetas de procesadores de E/S.

Debido a que en este caso se plantea un sistema de monitoreo que no ejerce ningún tipo de control regulatorio, el MCP presenta solamente procesadores de entradas. Se puede decir que en base a los tipos de señales de salida provenientes de los instrumentos de campo, los procesadores con que concretamente cuenta el MCP son los siguientes:

- Entradas analógicas de alto nivel (HLAI).
- Interfase con transmisores inteligentes (STI).
- Interfase serial con el procesador E/S (SI-IOP).

INTERFASE CON TRANSMISORES INTELIGENTES (STI)

Dentro de éstos, se encuentran las señales provenientes de transmisores inteligentes compatibles con el protocolo de Honeywell, entre los que se encuentran transmisores de presión, de temperatura y de flujo. Cada tarjeta de este tipo de procesador acepta un máximo de 16 puntos provenientes de los equipos de campo.

INTERFASE CON EL PROCESADOR DE E/S (SI-IOP)

Resulta ser una plataforma eficiente para establecer comunicación serial con protocolos Modbus y ASCII. Este procesador presenta 2 tabillitas terminales conectadas a la fuente de poder de la tabillita terminal por medio de 2 pares de cables torcidos. Tiene la capacidad de aceptar puertos RS-232, RS-422 o RS-485, existiendo un puerto por cada tabillita terminal. Cada tabillita terminal puede procesar hasta 16 puntos provenientes de Instrumentos de campo, por lo que el procesador puede manejar hasta un máximo de 32 puntos o señales. La Figura 20 representa la interconexión desde los instrumentos de campo hasta el MCP, a través del SI-IOP.

ENTRADAS ANALÓGICAS DE ALTO NIVEL (HLAI)

Dentro de las señales que acepta este procesador se encuentran todas aquellas provenientes de las alarmas, tanto de nivel como de presión. Una tarjeta de este procesador maneja hasta un máximo de 16 señales analógicas.

Cabe recordar que en el caso de los switches de nivel, existen 5 cajas unión (LSMUX) que aceptan la información de hasta 32 interruptores, por lo que las 5 señales provenientes de éstas cajas son las que se contabilizan como puntos de procesamiento.

A continuación se muestra el cálculo efectuado para obtener el número de tarjetas correspondientes a cada procesador. Para este cálculo se considera un 20% de spare como reserva para la incorporación de señales futuras.

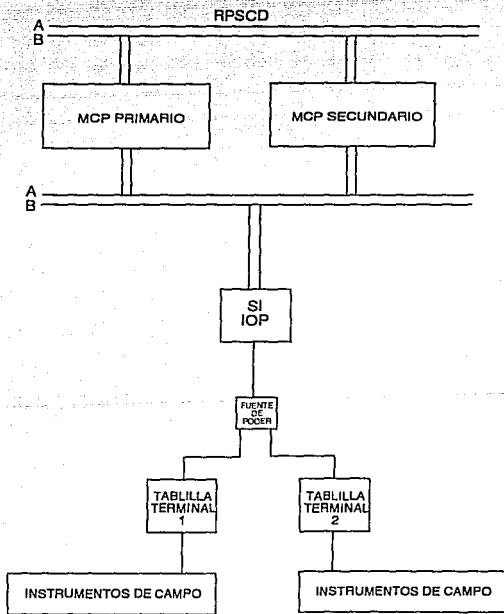


FIG. 20 INTERFASE CON EL PROCESADOR DE E/S (SI-IOP)

DUCTERIA

- a) **Medición de flujo másico de líquidos en líneas de baja presión:
Medidores de flujo másico tipo coriolis.**

INSTRUMENTO	LLEGADA AL SISTEMA	INSTRUMENTO	LLEGADA AL SISTEMA
FT-101A/B/C	RS485,Modbus	PT-101A/B/C	Digital ST/DC
FT-102A/B	RS485,Modbus	PT-102A/B	Digital ST/DC
FT-103	RS485,Modbus	PT-103	Digital ST/DC
FT-104	RS485,Modbus	PT-104	Digital ST/DC
FT-105	RS485,Modbus	PT-105	Digital ST/DC
FT-106	RS485,Modbus	PT-106	Digital ST/DC
FT-107	RS485,Modbus	PT-107	Digital ST/DC
FT-108	RS485,Modbus	PT-108	Digital ST/DC
FT-109	RS485,Modbus	PT-109	Digital ST/DC
FT-110	RS485,Modbus	PT-110	Digital ST/DC
FT-111	RS485,Modbus	PT-111	Digital ST/DC
FT-112	RS485,Modbus	PT-112	Digital ST/DC
FT-113	RS485,Modbus	PT-113	Digital ST/DC
FT-114	RS485,Modbus	PT-114	Digital ST/DC
FT-117	RS485,Modbus	PT-117	Digital ST/DC
FT-118A/B	RS485,Modbus	PT-118 A/B	Digital ST/DC
FT-119	RS485,Modbus	PT-119	Digital ST/DC
FT-120	RS485,Modbus	PT-120	Digital ST/DC
FT-121	RS485,Modbus	PT-121	Digital ST/DC
FT-122	RS485,Modbus	PT-122	Digital ST/DC
FT-123	RS485,Modbus	PT-123	Digital ST/DC
SUMA DE SEÑALES MODBUS: 25			
SUMA DE SEÑALES DIGITAL ST/DC: 25			

Nota: La señal proporcionada por el medidor de flujo másico provee información de flujo másico, densidad y temperatura.

b) Medición de flujo volumétrico de líquidos en líneas de alta presión:

Medidores de flujo volumétrico tipo ultrasónico.

INSTRUMENTO	LLEGADA AL SISTEMA	INSTRUMENTO	LLEGADA AL SISTEMA
DT-115	RS485, ASCII	PT-115D	Digital ST/DC
DT-116	RS485, ASCII	PT-116D	Digital ST/DC
SUMA DE SEÑALES ASCII: 2			
SUMA DE SEÑALES DIGITAL ST/DC: 2			

Nota: La señal proporcionada por el transmisor de densidad provee información de flujo volumétrico, densidad y temperatura.

c) Medición de flujo másico de gases con composición conocida:

Medidores térmicos de flujo másico tipo inserción.

INSTRUMENTO	LLEGADA AL SISTEMA	INSTRUMENTO	LLEGADA AL SISTEMA
FT-130	RS485, ASCII	PT-130D	Digital ST/DC
SUMA DE SEÑALES ASCII: 1			
SUMA DE SEÑALES DIGITAL ST/DC: 1			

Nota: La señal proporcionada por el medidor de flujo másico provee información de flujo másico y temperatura.

- d) **Medición de flujo másico de gases a desfogues:**
Medidores ultrasónicos de flujo másico tipo Inserción.

INSTRUMENTO	LLEGADA AL SISTEMA
FT-124	RS485, ASCII
FT-125	RS485, ASCII
FT-126	RS485, ASCII
FT-127	RS485, ASCII
FT-128	RS485, ASCII
FT-129	RS485, ASCII
SUMA DE SEÑALES ASCII:	6

ALARMAS

- e) **Nivel.**

INSTRUMENTO	LLEGADA AL SISTEMA
Señal proveniente de las 5 cajas unión LSMUX	RS-485, Modbus
SUMA DE SEÑALES MODBUS:	5

ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

b) Presión.

INSTRUMENTO	LLEGADA AL SISTEMA
PAH-100	4 - 20 mA
PAH-101	4 - 20 mA
PAH-102	4 - 20 mA
PAH-103	4 - 20 mA
PAH-104	4 - 20 mA
PAH-105	4 - 20 mA
PAH-150	4 - 20 mA
PAH-151	4 - 20 mA
PAH-152	4 - 20 mA
PAH-153	4 - 20 mA
PAH-50	4 - 20 mA
PAH-51	4 - 20 mA
SUMA DE SEÑALES 4-20 mA:	12

SEÑALES DIGITALES ST/DC:

- a) Medidores de flujo másico tipo coriolis: 25
- b) Medidores de flujo volumétrico tipo ultrasónico: 2
- c) Medidores térmicos de flujo másico tipo inserción: 1

28,

Considerando 20% spare: 34

STI: 34/16 = 2.125, es decir: 3 tarjetas.

SEÑALES MODBUS Y ASCII:

a) Medidores de flujo másico tipo corlollis:	25	1 tarjeta
b) Medidores de flujo volumétrico tipo ultrasónico:	2	1 tarjeta
c) Medidores térmicos de flujo másico tipo inserción:	1	1 tarjeta
d) Medidores ultrasónicos de flujo másico tipo inserción:	6	
e) Alarnas de nivel:	5	1 tarjeta

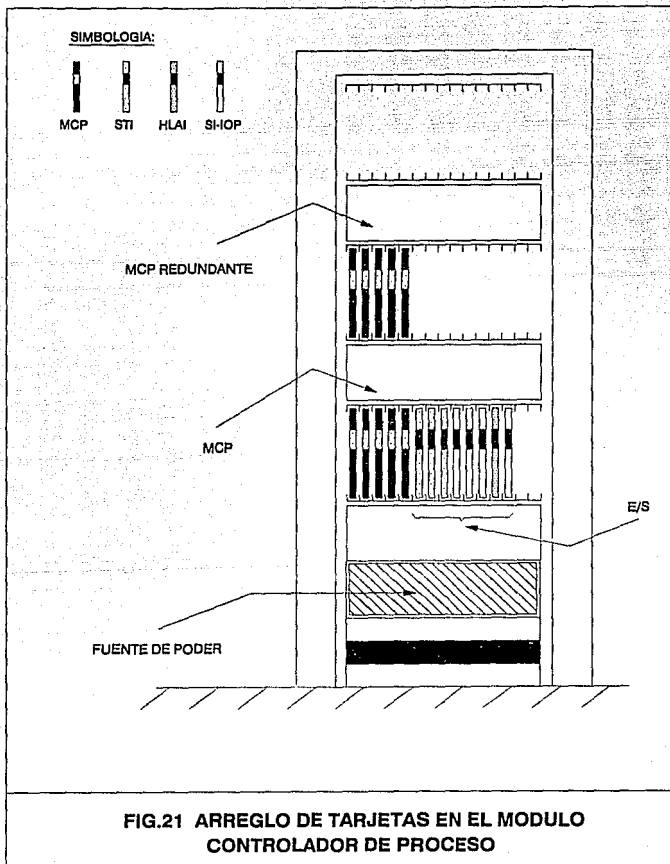
SI-IOP: 4 tarjetas.

SEÑALES DE 4-20 mA:

f) Alarmas de presión: 12,

Considerando 20% spare: 15

HLAI: $15/16 = 0.94$, es decir: 1 tarjeta.



2.2.4.2 MODULO DE INTERFASE CON SISTEMAS DE CAMPO (MSC)

La función principal de este módulo es la de incorporar al sistema señales provenientes de equipos en campo que lleven protocolos propietarios, no estándar. El MSC constituye un módulo adicional a la red de área local.

Las señales que incorpora este módulo son concretamente las que provienen de los medidores de nivel de tipo servo-operados para tanques atmosféricos y presurizados, cuyo protocolo pertenece a la compañía Sakura E. Co., LTD, y el cuál no es compatible con protocolos estándar.

Las funciones específicas del MSC son las siguientes:

- Actuar como canal de comunicación entre dispositivos externos y el sistema, concretamente la red de área local.
- Conversión de datos y protocolos entre la red de área local y los puertos del MSC.
- Efectuar barridos (scan) a los dispositivos externos para detección de condiciones de alarmas.
- Proporcionar servicios de control supervisorio.

1. DESCRIPCION FUNCIONAL

El MSC permite tanto la conversación y la retención de datos necesarios para un intercambio eficiente de comunicación entre la red de área local y dispositivos secundarios, como la realización de servicios del sistema, adquisición de datos, monitoreo y control supervisorio.

a. Servicios del Sistema.

- Almacenamiento de datos de configuración definidos por el usuario.
- Organización y optimización del barrido a dispositivos secundarios.
- Inicia la comunicación hacia las redes superiores, reestabeciéndola tan pronto como ésta es interrumpida.
- Representación en pantalla de un desplegado gráfico que muestre la imagen de la red.

- Representación en pantalla de un desplegado gráfico que muestre los valores de todos los puntos configurados.
- Plataforma para bits sencillos, bits agrupados, integradores y puntos flotantes tipo IEEE.

b. Monitoreo y Adquisición de Datos.

- Adquisición repetida de los datos de los dispositivos secundarios definidos por configuración.
- Monitoreo de condiciones de alarmas y generación de alarmas, cuando así lo indiquen los datos.

c. Control Supervisorio.

- Lectura instantánea de los valores del subsistema para proporcionar a los operadores información adicional acerca de los cambios en la lógica del subsistema.
- Desplegados de valores de entrada y salida de un punto con tag para apoyar funciones de alarma.

2. PUNTOS (DATA POINTS) CONFIGURABLES EN EL MSC

Los puntos que pueden ser configurados en el MSC son los siguientes:

- Puntos PID.
- Entradas analógicas.
- Entradas y salidas lógicas.

Barrido de alarmas

Las condiciones de alarmas que pueden ser definidas por configuración son:

- Alarmas por alta, baja y rapidez de cambio para puntos analógicos de entrada.
- Alarmas por alta, baja y rapidez de cambio.
- Encendido, apagado y cambio de estado para puntos lógicos.

**2.2.5 HOJAS DE ESPECIFICACION DEL EQUIPO DE ADQUISICION
DE DATOS**

HOJAS DE DATOS DEL EQUIPO DE ADQUISICION DE DATOS

1 MÓDULO CONTROLADOR DE PROCESO

TIPO: TDC3000 PROCESS MANAGER - mca. HONEYWELL (o similar)

1 FUNCIONES

Adquisición de datos.
Comunicación puerto a puerto con todos los módulos de la Red de Proceso del Sistema (RPSCD).
Plataforma para estrategias y aplicaciones de alto nivel disponibles en la RLSCD a través del MA.

2 CANTIDAD

MODULOS	1
TARJETAS	-
Tipo	No. de tarjetas
STI	3
SI-IOP	4
HLAI	1

3 CONFIGURACION

Tipo de punto	Frecuencia (seg.)	Pu/pt	No. pts	Total	Spare: 15%
Reg pv	1	1	105	105	
Dig. comp	%	0.2	155	31	

4 PROCESADOR DE INTERFASE CON TRANSMISOR INTELIGENTE

PARAMETROS	ESPECIFICACION
Tipo de entrada	Señal digital amplificada con protocolo bidireccional
Canales de entrada	16 canales de entrada digitales
Resolución	La resolución del instrumento de campo conectado pasa sin degradación
Máximo voltaje de entrada	- 10 V a +30 V
Radio frecuencia de transmisión (PV)	2.4 - 3.6 PVs por segundo (configuración dependiente)
Precisión	La precisión del instrumento de campo conectado pasa sin degradación
Protección de picos (modo común)	IEEE SMC 472-1974

PARAMETROS	ESPECIFICACION
Tipo de entrada	Voltaje, corriente (transmisor de dos hilos o transmisores con fuente propia)
Canales de entrada	16 canales de entrada diferentes
Resolucion convertidor A/D	16 bits
Razón de rechazo forma común dc a 60 Hz (Desequilibrio de la fuente de 50 Ohms)	70 db
Voltaje modo común, dc a 60 Hz (*)	Picos de -7 a +5 V
Rango de entrada	0 a 5 V 1 a 5 V 0.4 a 2 V 4-20 mA
Razón de rechazo forma normal a 60 Hz	32 db
Respuesta del filtro forma normal	Polo RC sencillo, 3 db abajo @ 1 Kz
Máxima entrada forma normal (entradas diferenciales, sin daño)	± 30 Volts
Crosstalk, dc a 60Hz (canal a canal)	60 db
Impedancia de entrada	> 10 M _Ω alimentado
Máximo voltaje de entrada	± 30 Volts
Input scan rate	4 muestras por segundo por canal. Todos los canales muestreados en una ventana de 250 ms
Precisión del Hardware (@ 0V = 0 V)	± 0.075% de la escala completa (23.5° ± 2°C) ± 0.15% de la escala completa (0 a 50°C)
Surge protection (modo común)	IEEE SMC 472-1974

PARAMETRO	ESPECIFICACIONES
Canales seriales	2/IOP
Distancia entre adaptador y terminal	300 m
Formato de datos en serie	8 bits
Modo de operación común	250 V rms (continuo)
Protección de picos	IEEE SMC 472-1974, UL497B
Protección ESD	IEC 301.2
Representación de datos	Transferencia de datos bidireccional
Cantidad de datos	Dos canales en serie por IOP 16 puntos por canal

7 ALIMENTACION ELECTRICA

PARAMETRO	REFERENCIA	BANDA NORMAL	LIMITE DE OPERACION
Entrada 120 VAC			
Voltaje (VAC RMS)	120	100-132	100-132
Corriente (Amps)			
- Máximo sobretiro (pico)	85	-- --	-- --
- Rapidez (RMS)	7.6	-- --	-- --
Frecuencia	50/60	47-63	47-63
Distorsión armónica total	0	0-8%	0-8%
Salida DC			
Voltaje VDC alimentado desde AC	25.5	25-26	-- --
Corriente (Amps)	20	0-20	0-20
Voltaje VDC desde baterías	24.5	24-25	-- --
Eficiencia	75% min		

PARAMETRO	BANDA DE REFERENCIA	LIMITES NORMALES	LIMITES OPERATIVOS Y DE ALMACENAMIENTO	BANDA TRANSPORTADORA
Temperatura ambiente (1,2) Rango Rapidez de cambio	25 ±1°C ninguno	0-50°C </=0.25°C/min	0-50°C (2) </=1°C/min	-40-80 °C (3) </=5°C/min
Humedad relativa (4)	15-55%	15-70%	10-90% (no hay condensación)	5-95%
Vibración (3 ejes) Frecuencia Aceleración Desplazamiento	ninguno	10-60 Hz 0.1 g máximo 0.03 pulgadas	10-60 Hz 0.5 g máximo 0.1 pulgadas	0-60 Hz 1 g máximo 0.1 pulgadas
Impacto mecánico Aceleración Duración	ninguno	1 g máximo 30 ms máximo	5 g máximo 30 ms máximo	20 g máximo 30 ms máximo
Presión Barométrica Altitud	nivel del mar	+3000 m/-300 m	+3000 m/-300 m	cualquiera
Corrosivos	-- --	Clase G1	Clase G1	Clase G1
Interferencia electromagnética	-- --	15 V/M	15 V/M	-- --
Interferencia a radio frecuencia (1)	-- --	IEC 801-2 15 kV 20x/5 seg	IEC 801-2 15 kV 20x/5 seg	-- --

(1) Externo al gabinete del MCP.

(2) Los tableros del MCP son medidos nominalmente a 0-70°C. Esta es la temperatura potencial dentro de un gabinete cerrado cuando la temperatura ambiente es de 0-50°C.

(3) La opción de baterías de emergencia deben ser transportadas y almacenadas a temperaturas de -40 a 65°C.

(4) La especificación máxima de humedad relativa se aplica hasta -40°C. Para 50°C, la especificación de humedad relativa baja al 55% para mantener constante el contenido de humedad.

9 BATERIAS DE EMERGENCIA

PARAMETRO	ESPECIFICACION
Medio ambiente	Mismo que el sistema de alimentación ac
Tipo de batería	48 Vdc, 12 amp/hrs (sellado tipo gel)
Vida de la batería	5 años ó 200 a 2000 ciclos, dependiendo de la magnitud de las descargas
Tiempo de respaldo	Instantáneo

10 MEMORIA DE RESPALDO

PARAMETRO	ESPECIFICACION
Medio ambiente	Mismo que el sistema de alimentación ac
Tipo de batería	31.2 Vdc, celdas de níquel-cadmio tamaño AA
Vida de la batería	5 años
Tiempo de respaldo	Instantáneo

11 OPCIÓN DE REDUNDANCIA DE MCP

PARAMETROS	ESPECIFICACION
Acción de control debido a fallas Típica Máxima	1.5 segundos 3.0 segundos

12 OPCIÓN DE E/S REMOTAS

PARAMETROS	ESPECIFICACION
Longitud de la unión de fibra óptica	1 km
Tamaño de la fibra	62.5/125 μ m
Longitud de onda	820 nanómetros
Rango de temperatura de operación de la extensión y unión de la fibra	-20°C a +85°C
Consumo de potencia en el rango de temperatura	5.5 db

TIPO: TDC3000 COMMUNICATIONS LINK MODULE - mca. HONEYWELL (o similar)

Este módulo es similar al Módulo de Aplicaciones, con las siguientes diferencias:

- Dos puertos seriales RS-232
- Software destinado a la comunicación con equipo de campo mca. Sakura de las series TGM 4000

1

FUNCIONES

Comunicación entre la red de área local y dispositivos de campo
 Transferencia y conversión de datos y protocolos entre la red de área local y arcos puertos de comunicaciones
 Barrido de dispositivos secundarios para la detección de condiciones de alarmas
 Adquisición de datos
 Compensación de flujo
 Sumadores
 Multiplicadores y divisores
 Tiempo muerto
 Totalizadores
 Linealización de datos
 Algoritmos convencionales de variables de proceso
 Selector alta-baja promedio

2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Alto	18.8 cm (7")	5 tarjetas	21 kg (46 lbs)
Largo	48.3 cm (19")		
Ancho	53.3 cm (21")		

3	ALIMENTACION
---	--------------

Alimentación:	120 VAC +10%
Frecuencia:	60 Hz -6%
El módulo de aplicación operará ininterrumpidamente con una interrupción en el voltaje de una duración de 40 ms.	

4	CARACTERISTICAS OPERACIONALES
---	-------------------------------

Capacidad de puntos procesados	ANI (microprocesador 68020) 90 "data points" por segundo
Capacidad de puntos registrados	Procesamiento rápido: 1 s, 2 s, 5 s, 10 s, 15 s, 30 s, 1 min, 2 min, y a petición Procesamiento lento: 1 min, 2 min, 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 1 hr, 8 hr, 12 hr, 24 hr, y a petición

5	CAPACIDAD DE CONFIGURACION
---	----------------------------

Número de módulos:	1
Número máximo de módulos de aplicación por red de área lo	10

2.3 REDES DE COMUNICACION

2.3.1 CARACTERISTICAS

Las redes y sistemas de comunicación que se emplean en el sistema deben presentar ciertas características como son:

- Procesamiento de una gran cantidad de información en intervalos cortos de tiempo.
- Capacidad de sostener un gran número de estaciones de diferentes tipos, cada una con sus propias necesidades en cuanto a la transferencia de información.
- Capacidad de enviar información a través de grandes distancias hacia estaciones individuales o en grupos.
- Las líneas de comunicaciones deben estar protegidas y la información debe ser rigurosamente evaluada, debido a que el medio en el que residen es peligroso en el sentido de riesgos por accidentes e interferencias.
- Robustez y continuidad en las operaciones aún cuando existan elementos dañados.

REDES DE AREA LOCAL Y REDES DE GRAN COBERTURA

Las redes de gran cobertura constan de varios Equipos de Procesamiento de Información (EPI) conectados entre sí mediante canales alquilados. Cada EPI emplea un protocolo que se encarga tanto de encaminar los datos, como de asistir a las computadoras y terminales de usuario conectados a él.

Este tipo de red presenta las siguientes características:

- Los canales suelen proporcionarlos las compañías telefónicas, con un determinado costo mensual si las líneas son alquiladas, y con un costo según la utilización en el caso de las líneas normales conmutadas.
- Los canales son relativamente lentos (de 300 kbit/s a 1,544 Mbit/s). Las conexiones de los ETD con los EPI suelen ser más lentas (150 bit/s a 9.6 kbit/s).
- La distancia entre los ETD y los EPI varía entre unos pocos kilómetros y varios cientos de kilómetros.
- Los canales son realmente propensos a errores (sobre todo si se emplean circuitos telefónicos convencionales).

Las redes de área local (LAN) son considerablemente distintas de las de gran cobertura. Estas son algunas de las características de este tipo de redes:

- Los canales suelen ser propiedad de la organización a la que pertenecen los usuarios.
- Los canales emplean líneas de muy alta velocidad (de 1 Mbit/s a 400 Mbits). Los ETD se conectan a la red mediante canales más lentos (de 600 bit/s a 56 kbit/s).
- Los ETD se encuentran muy próximos entre sí, generalmente dentro de una misma planta o edificio.
- Los canales suelen ser de mejor calidad que los de las redes de gran cobertura.

Debido a estas diferencias entre las redes locales y las de gran cobertura, sus topologías suelen tener distinto aspecto. Como las redes de área local suelen residir en un mismo edificio, la topología tiende a ser mucho más ordenada y estructurada; siendo comunes las topologías en bus, en anillo o en estrella.

El segundo método importante es el protocolo de Igual a Igual. En este sistema ningún nodo es el principal, y por lo general todos los nodos poseen la misma autoridad sobre el canal. Sin embargo, no significa que todos tengan idéntico acceso a la red, ya que pueden existir prioridades preestablecidas entre los distintos elementos. A pesar de ésto, la ausencia de un nodo primario proporciona a todos los nodos las mismas oportunidades de utilizar los recursos de la red. Los sistemas de igual a igual son frecuentes en las redes locales con topología en anillo y en bus.

Los protocolos de las redes que se utilizan en nuestro sistema corresponden al tipo de Igual a Igual sin prioridad. A continuación se describen las características de estos sistemas.

SISTEMAS SIN PRIORIDAD

En este tipo de sistemas, cada estación tiene asignado un periodo de tiempo en el canal de comunicación, y los distintos periodos están repartidos por igual entre todos los usuarios. Durante cada periodo o ranura de tiempo, cada usuario posee el control total del canal.

Sistemas con escucha de portadora (colisión)

Las redes con escucha de portadora (colisiones) tienen un uso muy extendido en redes locales.

Para una red con escucha de portadora o detección de actividad, todos los módulos son iguales, por lo que todos ellos pugnan por el empleo del canal con el mismo derecho. Antes de transmitir, cada módulo examina el canal para comprobar si está ocupado (es decir, si algún otro módulo está enviando datos en ese momento). Si el canal está libre, cualquier módulo que desee transmitir datos podrá enviar su información por el mismo. En caso contrario, deberá esperar a que termine la señal en curso.

PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES

La mayoría de los protocolos se conocen como protocolos de línea (enlace o canal) o controles del enlace de datos (DLC-data link control). Reciben este nombre porque gobiernan el flujo de tráfico entre estaciones a través de un canal físico de comunicaciones.

Los protocolos de enlace de datos gestionan todo el tráfico de comunicaciones que atraviesa un canal. Así, por ejemplo, si a un puerto de comunicaciones acceden varios usuarios, el DLC garantiza que todos ellos puedan transportar sin errores sus datos por el canal hasta el nodo receptor. El DLC no suele tomar en cuenta si los datos que transporta el canal proceden de múltiples usuarios.

Al gestionar un canal de comunicaciones, los protocolos de control del enlace de datos siguen varias etapas perfectamente ordenadas:

- **Establecimiento del enlace:** Una vez que el ECD ha conseguido una conexión física con el ECD remoto, el DLC "dialoga" con el DLC remoto para asegurarse de que ambos sistemas estén preparados para intercambiar datos de usuario.
- **Transferencia de información:** Ambas máquinas intercambian datos a través del enlace. El DLC comprueba todos los datos por si existe algún error en la transmisión, y envía validaciones de los mismos a la máquina que transmite.
- **Terminación del enlace:** El DLC renuncia al control del enlace (canal), lo cual significa que no pueden transmitirse más datos hasta que se restablezca el enlace. Por lo general, un DLC mantiene activo el enlace siempre que la comunidad de usuarios desee enviar datos a través del mismo.

Un método muy utilizado para gestionar un canal de comunicaciones es el llamado protocolo primario/secundario. En esta técnica se designa un ETD, un ECD o un EPI como nodo principal del canal. Este nodo primario (por lo general una computadora) controla todas las demás estaciones y determina si los dispositivos pueden comunicarse, y en caso afirmativo, cuándo deben hacerlo.

Paso de testigo

El paso de testigo (token passing) es otra forma muy extendida de configurar sistemas de igual a igual. Esta técnica es muy común en redes locales. Algunos sistemas con paso de testigo están configurados con topología en bus, mientras que otros emplean topologías en anillo.

TOPOLOGIAS

La topología es la forma (la conectividad física de la red). El término "topología" es un concepto geométrico con el que se alude al aspecto de una cosa.

Al establecer la topología de una red, se deben plantear tres objetivos principales:

- Proporcionar la máxima fiabilidad posible, para garantizar la recepción correcta de todo el tráfico (encaminamiento alternativo).
- Encaminar el tráfico entre el ETD transmisor y el receptor a través del camino más económico dentro de la red (aunque si se consideran más importantes otros factores, como la fiabilidad, este camino de costo mínimo puede no ser el más conveniente).
- Proporcionar al usuario final un tiempo de respuesta óptimo y un caudal eficaz máximo.

El término fiabilidad o calidad de una red se refiere a la capacidad que tiene la misma para transportar datos correctamente (sin errores) de un ETD a otro. Ello incluye también la capacidad de recuperación de errores o datos perdidos en la red, ya sea por fallo del canal, del ETD, del ECD o del EPI. La fiabilidad está relacionada también con el mantenimiento del sistema, en el que se incluyen las comprobaciones diarias; el mantenimiento preventivo, que se ocupa de relevar de sus tareas a los componentes averiados o de funcionamiento incorrecto; y en su caso, el aislamiento de los focos de averías. Cuando un componente crea problemas, el sistema de diagnóstico de la red es capaz de identificar y localizar el error, aislar la avería y si es preciso aislar del resto de la red el componente defectuoso.

A continuación se describen algunas de las topologías de red más comunes.

Token Bus

Esta estructura es frecuente en las redes de área local. Es relativamente fácil controlar el flujo de tráfico entre los distintos ETD, ya que el bus permite que todas las estaciones reciban todas las transmisiones, es decir, una estación puede difundir la información a todas las demás.

Para eliminar la posibilidad de que la red entera deje de funcionar al fallar el canal de comunicaciones, algunos fabricantes proporcionan canales completamente redundantes por si falla el canal principal, y otros ofrecen procesadores que permiten rodear un nodo en caso de que falle.

Aunque los sistemas con paso de testigo en bus disponen de un canal horizontal (bus), permiten acceder al mismo como si se tratase de un anillo físico. El protocolo elimina las colisiones que aparecían en los sistemas con escucha de portadora (colisión), a la vez que permite utilizar un canal sin forma de anillo. Hay que tener en cuenta que el paso de testigo en bus no exige una determinada ordenación física de los nodos, sino que cada módulo puede ser configurado lógicamente para que reciba el testigo en cualquier orden.

El protocolo usa una trama de control llamada testigo de acceso o derecho de acceso, que confiere a un módulo el uso exclusivo del bus. El módulo que ostente el testigo usará el bus durante un periodo de tiempo para enviar y recibir datos (o incluso para sondear a otros módulos), y a continuación se lo entregará a otro módulo designado. En la topología en bus, todos los módulos escuchan y reciben el testigo de acceso, pero el único módulo que queda autorizado para usar el canal es aquel que aparezca indicado expresamente en el testigo de acceso. Todos los demás módulos deberán esperar su turno para recibir el testigo.

Los módulos van recibiendo el testigo cíclicamente, con lo cuál se configura un anillo lógico, aunque sobre un bus físico. Esta modalidad de paso de testigo se conoce como sistema de testigo explícito, porque cada testigo lleva incorporada la dirección de su destinatario.

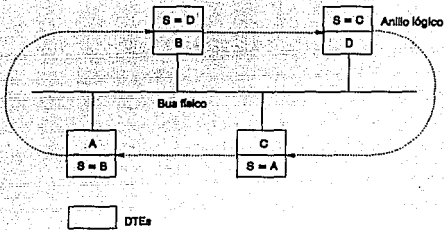
Token Ring (Paso de testigo en anillo)

La topología en anillo se llama así por el aspecto circular del flujo de datos. La organización en anillo resulta atractiva porque con ella son bastante raros los embotellamientos; tan frecuentes en los sistemas en árbol, por ejemplo. Además, la lógica necesaria para poner en marcha una red de este tipo es relativamente simple. Sin embargo, como todas las redes, la red en anillo tiene algunos defectos. El problema más importante es que todos los componentes del anillo están unidos por un mismo canal. Si falla el canal entre dos nodos, toda la red se interrumpe. Por eso algunos fabricantes han ideado diseños especiales que incluyen canales de seguridad, por si se produce la pérdida de algún canal. Otros fabricantes construyen procesadores que redirigen los datos automáticamente, saltándose el nodo averiado hasta el siguiente nodo del anillo, con el fin de evitar que el fallo afecte toda la red.

En este tipo de arreglo, los módulos están conectados a un anillo concéntrico mediante una unidad de interfaz con el anillo (RIU-Ring Interface Unit). Cada RIU es responsable de monitorear todos los datos que pasen por ella, además de regenerar la transmisión y entregarla al siguiente módulo. Si la dirección que aparece en la cabecera de transmisión indica que los datos están destinados a su módulo, la unidad de interfaz copiará los datos y se los entregará al ETD o ETDs conectados a ella.

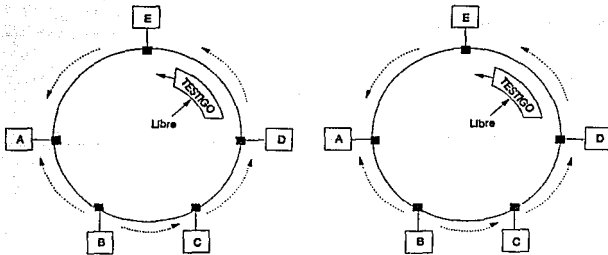
Si el anillo está libre (es decir, si ningún usuario está haciendo uso del mismo), irá circulando por el anillo un testigo "libre" de un nodo a otro. El testigo es el que controla el uso del anillo, indicando si está desocupado, y cualquier estación queda autorizada a transmitir en el momento en que lo reciba.

En las siguientes páginas se presentan los tipos de redes de comunicación digital que son utilizadas en el sistema.



S = dirección de la siguiente estación a la que enviar el testigo (sucesor)

RED CON PASO DE TESTIGO EN BUS (TOKEN BUS)



a) El testigo (libre) circula por el anillo

a) El testigo (libre) circula por el anillo

■ Unidad de interfaz con el anillo

RED CON PASO DE TESTIGO EN ANILLO (TOKEN RING)

FIGURA 22

2.3.2 ESPECIFICACIONES DETALLADAS DE LAS REDES DE COMUNICACION

2.3.2.1 RED LOCAL DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO (RLSCD)

La RLSCD es la red a través de la cuál se comunican entre sí los diferentes módulos y subsistemas que constituyen el sistema de control distribuido. La comunicación se realiza a través de dos cables coaxiales, permitiendo así mismo el empleo de fibra óptica para el caso de grandes distancias.

Las funciones más importantes que realiza la RLSCD son las siguientes:

- Llevar toda la Información transmitida entre los diferentes módulos de la red.
- Asegurar el oportuno intercambio de Información mediante un protocolo eficiente y gran velocidad de comunicación.
- Proporcionar comunicaciones de gran seguridad mediante el uso de cables activos y de respaldo, así como una continua verificación de la Información.

DESCRIPCION FUNCIONAL

La comunicación se realiza serialmente a una velocidad de 5 millones de bits por segundo. La información es transferida en arreglos o grupos de diversos tamaños.

El acceso a la red se controla utilizando una técnica de "paso de testigo" en bus (token-passing). Una señal testigo (token frame) se envía a través de los módulos para determinar cuál de ellos pueda acceder a la red. Todos los módulos detectan todas las transmisiones, pero solamente aceptan aquellas que les correspondan. Cuando un módulo recibe una señal testigo y no tiene ninguna información por transmitir, transfiere la señal al siguiente módulo.

Una vez recibida la señal testigo, el módulo puede transmitir su Información a los demás módulos. Esto se realiza a través de una señal de información (information frame) que transmite hasta 2000 bytes de información de un módulo a otro. La dirección del campo destinatario puede especificarse con la dirección física del módulo o bien con un nodo lógico de dirección. En el segundo caso, la señal llega a todos los módulos que tengan como dirección el mismo nodo lógico.

SEGURIDAD

El uso de cables duales, la verificación en cada estructura recibida y la revisión que efectúa el software de la longitud del mensaje, garantizan que la red sea altamente segura. Los errores detectados son corregidos con una transmisión repetida mediante la aplicación del software.

Las interfases de la RLSCD presentan circuitos de transmisión y de recepción en todos sus módulos para los dos cables coaxiales. En caso de que falle un canal, un circuito de transmisión o uno de recepción, existe un respaldo para que los reemplace. Los circuitos de transmisión y de recepción se encuentran acopiados al transformador para que provean de aislamiento eléctrico entre los módulos de la red. Los transmisores se encuentran diseñados de tal manera que cualquier falla en los circuitos no afecte la operación de los cables o de otros receptores.

Todos los módulos transmiten todas las estructuras en ambos cables, pero normalmente "escuchan" las señales mediante el cable activo.

Además de la señal de información que se lleva en la red local, existe una señal de sincronización con un sistema de reloj para sincronizar el tiempo de permanencia en los módulos.

Esta señal puede ser de dos tipos: se pueden generar y recibir estructuras de datos digitales de sincronización con reloj que sean transmitidas a 5 MHz, o bien, se generan y transmiten señales especiales de sincronización con reloj de 12.5 KHz.

Los datos y los contadores de tiempo en los módulos son arrancados y mantenidos por una estructura que contenga el tiempo real, la cual es enviada a la red cada 50 metros. La señal de sincronización con reloj de la red sincroniza los relojes, de tal manera que todos los conteos del tiempo cambien al mismo tiempo.

2.3.2.2 RED DE PROCESO DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO (RPSCD)

La red RPSCD constituye el canal principal de las comunicaciones redundantes en tiempo real para módulos conectados al proceso, es decir, representa una plataforma eficiente, segura y en tiempo real para la comunicación de los procesos.

Presenta una alta velocidad y seguridad al controlar el proceso y está basada en estándares de interconexión de sistemas abiertos.

La RPSCD puede estar conectada a una o varias redes RLSCD utilizando los Módulos de Interfase para Redes de Control Distribuido (MIRCD). A una misma RLSCD se le pueden conectar hasta 20 RPSCDs.

Esta red presenta una banda, un paso de testigo en bus compatible con los estándares de la IEEE⁽⁵⁾ y de la ISO⁽⁶⁾, y opera a una velocidad de 5 megabits/segundo utilizando estructuras de mensaje lo suficientemente eficientes como para soportar los requerimientos de alta velocidad de comunicación en la red del proceso.

Ofrece comunicaciones eficientes, seguras y en tiempo real entre el MCP y la RLSCD, tales como estaciones, Módulos de Historia, Módulos de Aplicación, etc.

Debido a que utiliza un algoritmo determinístico de paso de testigo, todos los aparatos tienen un acceso idéntico y a tiempo a la red, sin afectar su desempeño aún durante condiciones de carga máxima.

Las comunicaciones de esta red están diseñadas para desarrollarse con estándares IEEE e ISO para comunicaciones de arquitectura abierta.

SEGURIDAD

Una de las características que presenta esta red de comunicación con el objeto de añadir seguridad es la redundancia. Utiliza cables redundantes como estándar y permite el acomodo de hasta 32 dispositivos redundantes. Estos dispositivos pueden

(5) Institute of Electrical and Electronics Engineers.

(6) International Standards Organization.

ser añadidos o removidos de la RPSCD de manera modular para ajustarse a los requerimientos de continuo cambio del sistema, sin que interfieran con otros ya existentes.

Además, soporta comunicaciones puerto a puerto; es decir, que los dispositivos de la red pueden mandar y leer datos de otros existentes en otra red, con el fin de tener una flexibilidad adicional en la estrategia de control, así como mayor coordinación.

La información existente sobre el proceso y sobre el estado y configuración de los dispositivos de la red para hasta 8,000 puntos y con hasta 1,200 parámetros por segundo, es transferida a través del MIRCD, desde la RPSCD hasta la RLSCD. Para proporcionar mayor flexibilidad se deben conectar varios MIRCD.

La RPSCD resulta ser un paso de testigo en bus lógico redundante. Toda la información se transfiere serialmente a 5 millones de bits por segundo. Existen varios tipos de estructura de mensajes que pueden ser transmitidos, entre los que se incluyen aquellos que transfieren comandos, ayudan en diagnósticos, transfieren información y controlan el acceso a la red.

Cada dispositivo puede tener acceso a la red dependiendo de la señal que reciba. Esta señal pasa de dispositivo en dispositivo a lo largo del bus, pero cada uno tiene la oportunidad de transmitir uno o más mensajes antes de pasar la señal al siguiente dispositivo.

Todas las señales que pasan son recibidas por todos los dispositivos contenidos en el bus, pero son procesadas solamente por aquellos para los que fueron destinadas.

La eficiencia global de la transferencia de datos de la red se puede mejorar utilizando estructuras o arreglos de mensaje de diferentes longitudes.

Los mensajes pueden ser destinados de tres formas diferentes:

- Punto a punto: el mensaje es procesado solamente por un dispositivo.
- Multicast: el mensaje es procesado por más de un dispositivo.
- Broadcast: el mensaje es procesado por todos los dispositivos.

Para garantizar la integridad y comunicación en tiempo real, la red provee:

- Un acceso ordenado de datos para toda la adquisición de éstos.
- Configuración de control.
- Parámetros de estado para comunicaciones puerto a puerto y de alto nivel.
- Rutinas extensas de manejo de alarmas y de mensajes.
- Monitoreo de dispositivos en operación y de diagnósticos de las comunicaciones.
- Un soporte para el control de alto nivel con modos asignables de control, así como para el sistema y la configuración de los dispositivos.

Para asegurar que la red sea altamente confiable, se utilizan cables duales y se verifica la secuencia de la contraseña de cada estructura de mensajes de 32-bits recibida, así como la longitud del mensaje mediante software. Cualquier error detectado es corregido por medio de una transmisión repetida desde el aparato que la envía.

Las interfases de la RPSCD presentan circuitos de transmisión y de recepción para los dos cables coaxiales en todos los módulos.

Los circuitos transmisores y receptores se encuentran acoplados al transformador para que proporcionen aislamiento eléctrico entre los módulos de la red. Además, están diseñados de tal manera que cualquier falla en un circuito no afecte la operación de los cables o de cualquier otro dispositivo que se encuentre conectado a la red. Se puede lograr una protección adicional contra fallas individuales de los dispositivos mediante terminales en los cables, que aislan estas pérdidas y dispositivos del cable principal.

Otro nivel de seguridad se consigue mediante un software de diagnóstico existente entre cada dispositivo de la red, el cual monitorea y reporta varios dispositivos y condiciones de error. Mediante esto, se asegura que la red resulte de un alto desempeño en tiempo real y que tenga seguridad en los mensajes para el control de procesos.

Cada aparato desempeña una serie de diagnósticos para determinar el estado de los dos cables, lo cual incluye la revisión periódica de éstos y el monitoreo de cada cable para detectar interferencia por ruidos o silencio que indique la existencia de una falla. Además, cada dispositivo realiza un automonitoreo para transmisiones continuas excesivas e interrumpe el módem de ocurrir una transmisión continua que exceda aproximadamente 1/2 segundo.

Para proporcionar mayor seguridad, también se dispone de módulos redundantes de interfase con la red. Estos se encuentran alimentados con la información relevante contenida en los módulos principales de interfase, de tal manera que puedan entrar a suplir a los principales automáticamente en cualquier momento.

2.3.2.3 RED DE COMUNICACION ETHERNET

Un procedimiento muy utilizado para controlar una red local con estructura en bus es el acceso múltiple por escucha de portadora con detección de colisiones (CSMA/CD). Bajo este sistema fue desarrollada la especificación Ethernet.

CSMA/CD Ethernet está organizada bajo la idea de protocolos estratificados. Esta idea se basa en los siguientes objetivos:

- Descomponer lógicamente una red compleja en partes (estratos o niveles) más manejables.
- Proporcionar interfaces normalizadas entre las distintas funciones de la red.
- Conseguir simetría en las funciones realizadas en cada nodo de la red: cada nivel ha de llevar a cabo las mismas funciones que su contrapartida en otros nodos de la red.
- Ofrecer un método que permita predecir y controlar posibles cambios en la lógica de la red.
- Establecer un lenguaje normalizado que permita clarificar la comunicación entre los distintos diseñadores, fabricantes y usuarios de las redes.

Cada uno de los dos estratos inferiores constituye una entidad autónoma. El nivel de enlace es el que proporciona la lógica que gobierna realmente la red CSMA/CD. Es independiente del medio, y por lo tanto no le afecta el que la red sea de banda ancha o estrecha (las redes de banda ancha utilizan tecnología analógica, mientras que las de banda estrecha utilizan tecnología digital).

El nivel de enlace incluye una entidad que se ocupa de encapsular y desencapsular los datos, y otra encargada de gestionar el acceso al medio, tanto para transmitir como para recibir. Las principales funciones de este nivel son:

*** Encapsulado/desencapsulado de datos.**

Establece la trama CSMA/CD, proporciona las direcciones de la fuente y del destino, calcula los errores en el nodo emisor y los reporta en el nodo receptor.

• **Gestión de acceso al medio.**

- Transmite la trama al nivel físico, y la extrae también del nivel físico.
- Almacena la trama.
- Evita y gestiona las "colisiones".

Conviene aclarar aquí el término "colisiones". Al tratarse de una estructura de red de igual a igual, en CSMA/CD todas las estaciones pugnan por el uso del canal cuando tienen datos que enviar. Esta confrontación provoca que muchas señales sean introducidas al cable casi a la vez, colisionando entre sí y quedando distorsionadas.

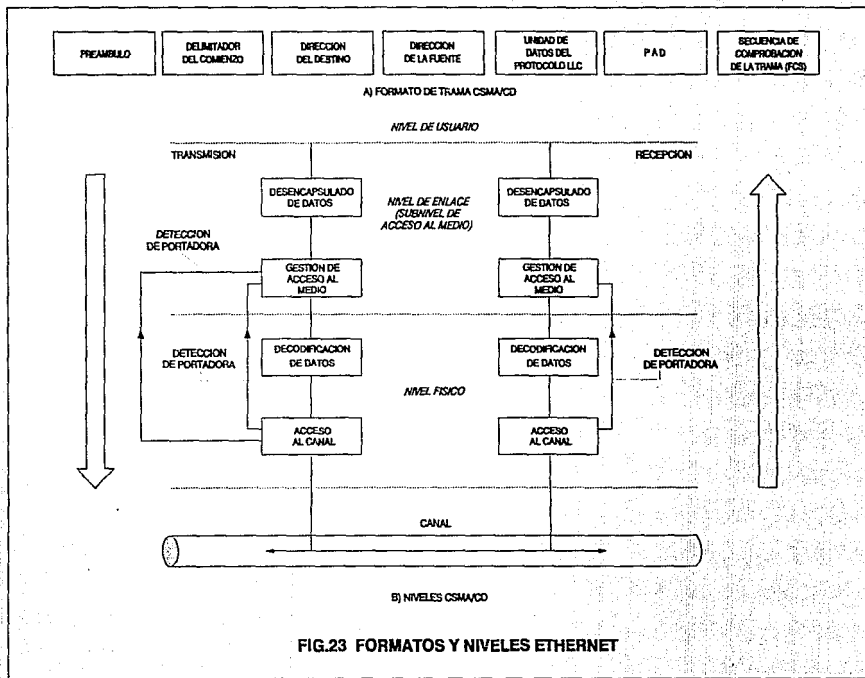
El nivel físico sí depende del medio. Se encarga entre otras cosas, de introducir las señales eléctricas en el canal, de proporcionarles el sincronismo adecuado y de codificar y decodificar los datos. Al igual que el nivel de enlace, el nivel físico está formado por dos entidades principales: La entidad de codificación/decodificación de datos y la entidad de acceso al canal en recepción y en transmisión. Sus principales funciones son:

• **Codificación/decodificación de datos.**

- Genera las señales necesarias para sincronizar las estaciones. Esta señal de sincronización se conoce como "preámbulo."
- Codifica la corriente de datos binarios con un código de autosincronización en el nodo emisor, decodificándola en el nodo receptor.

• **Acceso al canal.**

- Introduce la señal física en el lado emisor.
- Detecta la presencia de una portadora (lo cual indica que el canal está ocupado).
- Detecta las colisiones en el lado emisor (lo cual indica que dos señales se han interferido mutuamente).



2.3.3 HOJAS DE ESPECIFICACION DE REDES DE COMUNICACION

HOJAS DE DATOS DE REDES DE COMUNICACION

RED LOCAL DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

TIPO: TDC3000 LCN (LOCAL CONTROL NETWORK) - oca. HONEYWELL (o similar)

1 FUNCIONES

Portador de toda la información transferida entre los módulos de la red.
 Intercambio "puntual" de la información a través de un protocolo eficiente y comunicación de alta velocidad.
 Comunicación altamente segura a través de cables activos y de respaldo y verificación en línea de coherencia de información.

2 CARACTERISTICAS FISICAS

Tipo de cable/conexiones (Cables de la red de Área local A & B)	
Cables coaxiales dentro de gabinetes (75 ohm) Conector RF coaxial tipo BNC Conector Te BNC Unidad terminal de 75 ohm para cada extremo de la red de área local	Honeywell Parte No. 51190837-100 Honeywell Parte No. 30732054-001 Honeywell Parte No. 51190728-105 Honeywell Modelo No. C-KCA02
Cables coaxiales entre los gabinetes y los módulos Conector RF coaxial tipo BNC	Honeywell Parte No. 51190838-100 Honeywell Parte No. 30732050-001
Longitud cable coaxial	1 km
Longitud fibra óptica	2.5 km
Longitud máxima	300 metros (1000') para segmentos de bus normal 2 kilómetros (6562') para tendido de fibra óptica
Número de módulos del SCD por red de área local	12
Número máximo de módulos del SCD por red de área local	64
Extensión de fibra óptica	Hasta 2 segmentos de fibra óptica entre dos módulos. Hasta 6 extensiones de fibra óptica conectados a cualquier

3

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES

Velocidad de transferencia de datos

5 millones de bits por segundo

Procedimiento de codificación y transferencia de datos

Codificación de datos tipo Manchester con protocolo "token passing" (peso de testigo)

Señal de tiempo real

Transferido por un cable coaxial a 12.5 KHz

II RED DE PROCESO DE SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

TIPO: TDC3000 UCM (UNIVERSAL CONTROL NETWORK) - mca. HONEYWELL (o similar)

1 FUNCIONES

Portador de toda la información transferida a través de los módulos de la red. Intercambio "puntual" de la información a través de un protocolo eficiente y comunicación de alta velocidad.
Comunicación altamente segura a través de cables activos y de respaldo y verificación en línea de coherencia de información.

Tipo de red	Canal sencillo con coherencia de fase FSK (banda portadora) con red de área local.
Rapidez de comunicación	5 Mbits/s
Topología	Se utilizan taps para el aislamiento del cable principal de las derivaciones conectadas a los nodos.
Tipos de cable principal	
- Interior	RG-11, blindaje cuádruple con blindaje trenzado y laminar interno y externo, y chaqueta externa de PVC para protección contra flama.
- Exterior	RG-11, blindaje cuádruple con chaqueta externa de polietileno.
Longitud de cable principal	10 mts.
Tipo de cable de derivación	RG-11, blindaje cuádruple.
Longitud de cable de derivación.	10 mts
Nota:	La RPSCD sigue la especificación IEEE 802.4 (ISO 8802/4) para comunicación por medio bandas portadoras.

III RED ETHERNET

No.	DESCRIPCION
1	Repetidor a 10 MBPS compatible con Ethernet V.2/IEEE 802.3 para cable delgado y puerto AUI conector DB-15
2	Tranceptor óptico para Ethernet V.2/IEEE 802.3 con conectores ST para fibra óptica, conector AUI longitud de onda de transmisión 820 nm. Potencia de transmisión -15.1dBm para 62.5/125 micrones. Compatibilidad con cables ópticos 62.5/125 micrones
3	Convertidor activo para conexión de controlador Ethernet con conexión AUI a cable coaxial delgado, tipo DESTA-BA.
4	Cable tranceptor con cubierta de PVC para repetidor de Ethernet con conector DB-15
5	Caja de empalme y conectorización para fibra óptica 62.15/125 micrones montable en pared para acomodar hasta 12 hilos. Conectores STI y pig-tails.
6	Jumpers de dos hilos de fibra óptica 62.5/125 micrones con conectores ST
7	Cable de fibra óptica 6 hilos con protección para roedores y descargas, 62.15/125 micrones. Atenuación máxima @ 850/1300 nm de 3.75/1.0 dB/km. Ancho de banda mínimo @ 850/1300 nm de 150/500 MHz km. Diámetro de cable externo 10.7 mm.
8	Terminadores para cable coaxial delgado BNC de 50 ohms.
9	Cables conectorizados BNC sacos de 4.6 m de longitud
10	Tarjetas de red para conexión a Ethernet V.2/IEEE 802.3 para PC, XT, AT compatible con NDIS con conector thin wire con 64 KB para multibuffering.
11	Licencia de software de red para operación en servidor (server) VMS para proporcionar servicios de aplicación, impresión, transferencia de archivos y seguridad a PC's con sistema operativo MS-DOS y soporte de MS/WINDOWS.
12	MS/WINDOWS que proporcione soporte interfase comunicación NET-BIOS. Soporte para comunicación tarea-tarea y multitarea VMS NET-BIOS. Emulación de terminal series VT200 y VT300.
13	Tarjeta asincrónica 8 líneas para VAX 4000 con control de MODEM, interfase EIA-232
14	MODEM para línea conmutada compatible con V.22, V.22 bis; full-duplex 2400, 1200 Bps.

2.4 EQUIPO DE COMPUTO PARA PROCESAMIENTO DE INFORMACION

2.4.1 ESPECIFICACIONES DETALLADAS DEL EQUIPO DE COMPUTO PARA PROCESAMIENTO DE INFORMACION

2.4.1.1 ESTACION DE OPERACION CENTRAL (EOC)

La Estación de Operación Central del sistema permite la realización de funciones de operación, de ingeniería (proceso) y de mantenimiento.

1. FUNCIONES DE OPERACION

Las funciones de operación que se pueden efectuar desde la estación son las siguientes:

- Monitorear y manipular tanto procesos continuos como tipo batch.
- Anunciar y manejar tanto mensajes al operador como alarmas del proceso, de secuencias y del sistema.
- Desplegar e imprimir historias, tendencias, promedios, y reportes.
- Monitorear y cambiar el status del equipo del sistema en el cuarto de control y cerca del proceso.
- Accesar programas operativos y bases de datos que residan en otros módulos del sistema, o bien en disquettes o cartuchos.

Las funciones anteriores se desarrollan a partir de una serie de desplegados gráficos, los cuales pueden ser agrupados en tres categorías:

- a) Desplegados de proceso.
- b) Desplegados del sistema.
- c) Desplegados de funciones del sistema.

a) DESPLEGADOS DE PROCESO

Los desplegados de proceso se manejan en cuatro niveles, cada uno con un mayor detalle que el anterior.

• **Desplegados por grupo:**

Sumarizan las condiciones de operación y tendencias de los puntos pertenecientes al área asignada a la consola.

• **Desplegados por unidad:**

Sumarizan las condiciones de operación y tendencias de los puntos pertenecientes a las unidades en las que se dividen las áreas.

• **Desplegados por grupo:**

Presentan valores, status y tendencias de cada uno de los ocho puntos que conforman un grupo.

• **Desplegados detallados:**

Presentan todos los parámetros de operación y los límites para los puntos individuales y módulos de proceso.

Los diferentes desplegados de operación que se manejan en los niveles anteriores son los siguientes:

- **Desplegados de grupo**

Los grupos definidos contienen parámetros y datos de ocho puntos, data points. Un data point puede aparecer en cualquier número de grupos.

- **Desplegados de detalle**

Presentan información detallada de cada uno de los data points.

- **Desplegados gráficos**

Son diseñados por el usuario, por lo que pueden estar basados en conceptos y características únicas y particulares al proceso. Contienen información gráfica, textual y de tendencias, representando un área completa, una unidad o un punto.

- Desplegado general

Presenta información en forma condensada de cualquier combinación de hasta 36 grupos operacionales. Cada punto analógico es representado por medio de una línea vertical, cuya longitud y dirección indican la polaridad y la magnitud de la desviación de los valores deseados.

- Desplegados de tendencias

Presentan la historia de determinadas variables en forma gráfica, relacionando determinados parámetros con el tiempo. Pueden presentarse diversos tipos: por punto, por unidad, por área y por grupo.

- Desplegados de alarmas

Notifican al operador acerca de condiciones de alarmas, tanto del proceso como del funcionamiento del sistema. A las condiciones de alarmas de proceso se le asigna uno de cinco niveles de prioridad, de acuerdo con la siguiente tabla:

NIVEL DE PRIORIDAD	ACCION DE LA ESTACION CENTRAL
Emergencia	Desplegar y opcionalmente imprimir alarmas
Alta	Desplegar y opcionalmente imprimir alarmas
Baja	Desplegar y opcionalmente imprimir alarmas
Reporte	Opcionalmente imprimir alarmas
Sin acción	Ninguna

b) DESPLEGADOS DEL SISTEMA

Los desplegados del sistema presentan las asignaciones y el status de los diferentes módulos de la RLSCD y de los diferentes equipos conectados al proceso, permitiendo definir o cambiar tanto las asignaciones como los status. Los diferentes desplegados del sistema son los siguientes:

- Desplegado general de consola

Presenta tanto el status de todas las consolas de la RLSCD como un sumario del status de cada estación de una consola.

- Desplegado de asignaciones y status de consola

Presenta el status actual y las asignaciones de las estaciones y equipos periféricos de la consola local. A través de este desplegado, se le asigna a cada consola tanto sus funciones (o cambios de funciones e Inicialización de los mismos) como las diferentes áreas de proceso.

- Desplegados de asignaciones de unidades

A través de este desplegado el operador puede asignar unidades de proceso a una consola de operación. Los data points en cualquier unidad de proceso pueden ser visualizados en la pantalla de cualquier estación, pero solo pueden ser manipulados los que pertenezcan a las unidades de proceso de las áreas asignadas.

- Desplegados de status de módulos de red de área local

Existe un desplegado de status para cada módulo de la red de área local. Desde cada desplegado, el operador puede poner al módulo en operación, fuera de operación o cambiarle de personalidad, así como acceder la base de datos.

- Desplegados de status de red de comunicación de proceso y status detallados

Permite monitorear y manipular la red de comunicación de proceso y equipos conectados al proceso, y monitorear su status.

c) DESPLEGADOS DE FUNCIONES DEL SISTEMA

Existen cuatro tipos de desplegados:

- Sumarios Organizacionales

Estos desplegados permiten al operador determinar asignaciones y utilización de data points.

- Reportes

Estos desplegados permiten al operador imprimir diferentes tipos de reportes.

- Funciones de edición de desplegados general y de grupos

Dichas funciones son las siguientes: observar el status de la información general para todos los elementos configurados en el sistema; edición del estado actual de los desplegados y reconfiguración de los grupos pertenecientes al área manejada por la consola.

- Funciones del sistema

Permite el manejo de información, por medio de disquettes o cartuchos, así como el manejo de la base de datos.

2. FUNCIONES DE INGENIERIA (PROCESO)

Las funciones de proceso que se pueden efectuar desde la estación son las siguientes:

- a) Configuración de la base de datos del sistema.
- b) Configuración de "data points".
- c) Configuración de gráficos dinámicos.
- d) Configuración de reportes.
- e) Preparación y compilación de programas residentes.
- f) Edición de archivos.
- g) Utilerías de apoyo.

Todas las funciones anteriores se implementan a partir de una serie de desplegados en pantalla.

a) Configuración de la base de datos del sistema

Para la realización de esta función el sistema presenta las siguientes opciones:

- Designaciones de unidades, área y consolas y definiciones de módulos en la RLSCD; definición de espacios para almacenamiento de información en el Módulo de Historia.
- Configuración de la RPSCD y definición de los módulos de dichas red.
- Definición de nombres y parámetros de "data points" del proceso que residen en los diferentes módulos del sistema. Estos puntos constituyen la base de datos.

b) Configuración de "data points"

Esta función permite configurar, modificar o borrar puntos del sistema. Existen dos opciones para configurar estos puntos: en la primera opción, el Ingeniero de proceso puede construir los "data points" introduciendo información al sistema; en la segunda, los puntos son creados de manera automática por el sistema a partir de archivos que contienen puntos previamente definidos.

c) Configuración de gráficos dinámicos

Esta función permite la creación, edición y borrado de gráficos, que representan el comportamiento dinámico del proceso. Debe existir una biblioteca con dibujos estándar, que permitan una rápida construcción del gráfico.

d) Configuración de reportes

Con esta utilidad se pueden especificar diferentes formatos de reportes, así como los intervalos en los que éstos se deben generar y la información que deben contener. Esta información puede ser la almacenada directamente en la base de datos del status actual del sistema, o bien una combinación de dos o más reportes. Debe existir en todos los casos la opción de impresión.

e) Preparación y compilación de programas residentes

Esta utilidad permite la elaboración y compilación de programas que manejan y definen tanto acciones específicas en los diferentes módulos del sistema y que además establecen direcciones de comunicaciones entre los módulos y diversos nodos de la red.

f) Edición de archivo

Debe existir un editor de textos que permita la construcción y modificación de archivos y de la base de datos.

g) Utilerías de apoyo

El software de la EOC ofrece además programas de utilidad que permiten realizar las siguientes funciones:

- Listado de archivos.
- Formatear e Inicializar cartuchos, disquettes y etiquetas de volúmenes del Módulo de Historia.

- Salvar y restablecer archivos.
- Salvar y restablecer archivos históricos.
- Editar archivos.

3. FUNCIONES DE MANTENIMIENTO

Las funciones de mantenimiento que se pueden efectuar desde la estación son las siguientes:

- Diagnóstico de módulos del sistema, de las redes de comunicaciones y de los elementos conectados directamente al proceso.
- Desplegar e imprimir información importante para el diagnóstico de fallas.

Existe un desplegado específico a través del cual, se inicia un ciclo de análisis en línea que correlaciona los diferentes errores reportados con los módulos y los diferentes dispositivos en donde fueron detectados. A partir de esta correlación, el sistema ofrece una serie de recomendaciones de mantenimiento, las cuales son impresas tanto en los reportes diarios como en los de mantenimiento.

Adicionalmente, existen desplegados que permiten obtener información sobre los siguientes aspectos:

- Contenido en la memoria de los diferentes módulos de la RLSCD.
- Actividades diarias de mantenimiento, seleccionadas por combinaciones de tiempo, tipo de evento y dirección de módulos.
- Contenido en la memoria de los diferentes dispositivos conectados directamente al proceso.

2.4.1.2 COMPUTADORA DEC-VAX 4000 (VAX)

En este equipo residen las aplicaciones de cálculo de balances, ajuste y validación de datos, control de mezclado, logística general de inventarios y control estadístico de procesos.

Este tipo de computadora proporciona una firme plataforma para la ejecución de aplicaciones bajo el sistema operativo VMS. La arquitectura está diseñada de tal manera que resulta extremadamente tolerante a errores.

El CPU posee un puerto Ethernet y un puerto de Interconexión de Sistemas de Almacenamiento Digital (DSSI). El diseño del módulo de E/S permite la operación simultánea de diversos dispositivos periféricos.

Este tipo de VAX 4000 ofrece una sobresaliente estructura principal de entradas y salidas. La banda del bus de comunicaciones es de 4 Mbytes y ofrece una gran eficiencia.

El sistema puede ser configurado como "servidor"⁽⁷⁾ en tiempo real y realizar aplicaciones de alto nivel. Puede ser mejorado añadiéndosele más memoria y disquettes.

Son ideales para aplicaciones críticas y la opción para desarrollar aplicaciones permite un funcionamiento sumamente eficiente, mayor disponibilidad de memoria y mayor aprovechamiento del tiempo de procesamiento.

El módulo de interfase Ethernet soporta tanto alambres delgados como gruesos. Para el soporte redundante, un sólo puerto de cada una de las zonas es conectado a una sola línea de Ethernet.

En las diferentes zonas de la memoria pueden configurarse diferentes módulos de comunicación. Cada uno de estos módulos soporta dos líneas que pueden correr hasta 64 Kbits/s. Las comunicaciones sincronizadas y expandidas pueden ser soportadas por medio de "servidores" basados en los mismos protocolos Ethernet.

Cada uno de los gabinetes, incluyendo gabinetes de expansión de memoria cuentan con su propia unidad de alimentación ininterrumpida (UPS). La UPS proporciona la suficiente potencia para soportar las oscilaciones comunes de energía que pudiesen afectar el funcionamiento del sistema.

(7) Un "servidor" (server) es aquel nodo dentro de una red donde residen las aplicaciones comunes y donde se almacenan y procesan los archivos de usuarios.

2.4.1.3 MODULO DE INTERFASE CON COMPUTADORA DEC-VAX 4000 (MIVAX)

El Módulo de Interfase con Computadora DEC-VAX 4000 provee una comunicación eficiente entre la RLSCD y computadoras huéspedes de otros proveedores.

El módulo de interfase con la computadora VAX consta de dos submódulos:

- A) Interfase para computadora
- B) Módulo computacional.

A) INTERFASE PARA COMPUTADORA

Actúa como Interfase de comunicaciones entre la RLSCD y la Computadora tipo VAX.

Sus principales funciones son:

- Adquisición de datos de otros módulos sobre la RLSCD para almacenamiento y utilización por otros módulos a petición de la computadora VAX.
- Adquisición continua de datos del Módulo de Historia.
- Mantenimiento de una base de datos que represente programas computacionales.
- Transmisión de mensajes a la EOC.
- Recepción de mensajes del MCP.

B) MODULO COMPUTACIONAL

El módulo computacional consiste de un tablero procesador de alto desempeño y de un software para sistemas VAX. Este paquete permite que la VAX se convierta en un módulo de la RLSCD al conectarse a la interfase para computadora.

Las principales funciones que provee este módulo son:

- Acceso en tiempo real de datos históricos que residan en diferentes módulos de la RLSCD para su utilización en programas de aplicación que residan en el sistema DEC-VAX.
- Transferencia de datos calculados en la VAX a los módulos de la RLSCD.

2.4.1.4 MODULO DE APLICACIONES (MA)

El Módulo de Aplicaciones es un módulo de la RLSCD que ofrece una gran variedad de funciones de aplicaciones. Las principales son:

- Adquisición de datos.
- Compensación de flujo.
- Sumadores.
- Multiplicadores y divisores.
- Tiempo muerto.
- Totalizadores.
- Linealización general.
- Algoritmos convencionales de variables de proceso.
- Selector alta-baja-promedio.

2.4.1.5 MODULO DE HISTORIA (MH)

El Módulo de Historia es uno de los módulos de la RLSCD, el cual se comunica con todos los módulos de esta red, así como con los módulos conectados a la RPSCD.

Almacena la información del proceso y del sistema que puede ser desplegada o impresa en la Estación Universal o la que tenga acceso por un módulo de cómputo.

Extiende significativamente la capacidad del sistema para almacenar información histórica de la planta y del proceso.

Toda la información que sea almacenada en el MH debe ser formateada por el ingeniero de proceso durante la configuración del sistema, de tal manera que varios departamentos de la planta tengan la información requerida para desarrollar sus labores.

1. DESCRIPCION FUNCIONAL

La información histórica y periódica almacenada en el MH está disponible para ser desplegada o impresa en la consola del operador, o para tener acceso por un módulo de cómputo.

Las operaciones del MH deben estar controladas por el sistema de acuerdo a las instrucciones dadas por el ingeniero de proceso durante la configuración, y no deben ser visibles al operador.

2. INFORMACION ALMACENADA EN EL MODULO DE HISTORIA

La distribución y asignación de las funciones de las áreas de almacenamiento en los MH son definidas por el ingeniero de proceso durante la configuración del sistema.

Los requerimientos de almacenamiento para un sistema varían de acuerdo a las capacidades funcionales deseadas. El tamaño del MH depende de algunos factores tales como:

- Qué funciones del sistema sean asignadas, como almacenamiento y carga de imágenes de software.
- Número de módulos en la RLSCD.
- Número de cajas conectadas al proceso en la RPSCD.
- Número de puntos que necesiten la historización.
- Longitud del requerimiento histórico de almacenamiento.
- Cantidad de historia periódica requerida.

3. HISTORIA CONTINUA DE PROCESOS

Si un MH es configurado para almacenar datos continuamente, los valores especificados por el ingeniero de proceso para hasta 2,400 parámetros de datos serán recolectados en una frecuencia de un minuto y serán utilizados para calcular y guardar varios tipos de promedios.

Los promedios que son archivados son los siguientes:

- Promedios por hora para una semana.
- Promedios para una semana.
- Promedios diarios para un mes.
- Promedios mensuales para un año.

Dependiendo del espacio disponible y de si se selecciona como opción, se pueden calcular y almacenar muestras de datos discretos (snapshots) y/o promedios para un periodo especificado por el usuario de entre 3 a 30 minutos. El tiempo configurable de retención para estas opciones puede ser de 8 a 999 horas.

4. HISTORIA DE EVENTOS

El MH almacena la historia de eventos para hasta 36 unidades de proceso. Algunos de los eventos que se abarcan son:

- Alarmas de proceso.
- Cambios en el sistema
- Mensajes del operador.
- Reporte de los errores del sistema.
- Reporte del mantenimiento del sistema.

5. DESPLEGADOS

Al MH se le puede asignar cierto espacio para que almacene desplegados gráficos. Estos archivos contienen toda la imagen de la pantalla, a excepción de la información dinámica que aparece en ésta. El usuario debe definir el número de archivos almacenados.

6. BASE DE DATOS

La información contenida en los datos del equipo de las redes RLSCD y RPSCD es almacenada en el MH. El almacenamiento de esta base de datos se utiliza cada vez que un módulo de almacenamiento de puntos es cargado con su imagen de software o cada vez que un módulo conectado al proceso sea recargado.

7. PROGRAMA DE ANALISIS EN LINEA

El programa desarrolla un análisis periódico de errores acumulados para cada módulo en la RLSCD, así como recomendaciones de remplazo en caso de que una unidad óptima reemplazable exceda límites predefinidos de error en la frecuencia. Estas recomendaciones aparecen en el reporte de mantenimiento y son presentadas al operador de la RPSCD.

**2.4.2 HOJAS DE ESPECIFICACION DEL EQUIPO DE
PROCESAMIENTO DE INFORMACION**

HOJAS DE DATOS DE EQUIPO DE PROCESAMIENTO DE INFORMACION

1 ESTACION DE OPERACION CENTRAL

TIPO: TDC3000 US (UNIVERSAL STATION) - mca. HONEYWELL (o similar)

1 FUNCIONES

Monitoreo y manipulación de procesos continuos y tipo batch.
 Anuncio y manejo de mensajes al operador, alarmas del proceso, de secuencias y del sistema.
 Despliegados e impresión de historias, tendencias, promedios y reportes.
 Monitoreo y variación en el status del equipo del sistema en el cuarto de control y cerca del proceso.
 Acceso de programas operativos y bases de datos que residen en otros módulos del sistema,
 bien en disquettes o cartuchos.

2 ESPECIFICACIONES ELECTRICAS

MODULOS ELECTRONICOS, CRT, TABLEROS, DRIVES PARA DISKETTES	IMPRESORA
Alimentación: 120 +10%	120 +10%
Frecuencias: 60 Hz, -6%	47-63 Hz
La estación operará ininterrumpidamente con una interrupción en el voltaje de una duración de 40 ms.	

TIEMPOS DE LLAMADO DE DESPLEGADOS	
Desplegados de operación	
Grupo	2 segs.
Detalle	6 segs.
Sumario de alarmas	2 segs. (Primer valor actualizado en 10 segs.)
Tendencias	15-20 segs. (Tendencias de unidad y area)
Desplegados de monitoreo y mantenimiento del sistema	
Desplegados de status	3 segs.
Sumarios de puntos	5-20 segs.
Desplegados gráficos (gráficos dinámicos)	
	3 segs. (Desplegados residentes en la estación)
	5-6 segs. (Desplegados residentes en el modulo de historia)
Capacidades	
Desplegados de detalle de puntos	Todos los puntos del sistema
Desplegados de grupo (operación)	450 (400 Std + 50 gpos. del MCP)
Gráficos dinámicos	Límite dependiente de la capacidad de almacenamiento, incluyendo la estación, módulos de historia, cartuchos y floppies.
Monitor	
Cantidad	2 monitores para la estación universal 1 monitor para las estaciones de trabajo
Resolución	640 x 448 pixeles
Tipo	Touch-screen
Drive para cartucho	
Capacidad de memoria	21,417,984 bytes (cartucho de 5K)
Repidez de transferencia de datos	5.33 mbits por segundo
- Rapidez de búsqueda	40 ms
- Tiempo latente	16 ms
Velocidad de impresora de matriz de puntos	
- Modelo 46	400 caracteres por segundo

4

CAPACIDAD DE CONFIGURACION

Número de consolas por RLSCD	1 estación central de operación 6 estaciones de trabajo
Máximo número de consolas por RLSCD	10
Número de estaciones por consola	1 consola con dos estaciones 6 estaciones individuales
Máximo número de estaciones por consola	10

II COMPUTADORA VAX

TIPO: VAX Systems / VAX server 4000 D I G I T A L (o similar)

DESCRIPCION

Módulo KA670 de sistema con CPU, dos adaptadores DSSI y un controlador tipo Ethernet B02.3 (Thin wire/thick wire)

Cantidad 1

64 Mbytes memoria ECC

Gabinete BA440:

- 5 slots dedicados a módulos de sistema y de memoria.
- 7 slots tipo Q-bus
- Unidad de respaldo de alimentación eléctrica que ajuste a 90-128 VAC

Cable BC16E (25 ft) para consola

Cable adaptador BC06P-2F KZQSA

Sistema Multiusuario DV-43JT1-A9
Licencia Rdb/VMS Runtime
DECnet (PATHWORKS para VMS)

Adaptador DSSI KF05A-SE/SG

Elementos integrados de almacenamiento (ISEs)

- Para el sistema operativo: 381 Mbyte RF31E-AA/AF
- Para la aplicación: 1 Gbyte RF72E-AA/AF

Drives para cartuchos:

- TK70E-AA: Drive de 296 Mbyte. Requiere controlador TK70-SA
- TK70-SA: Controlador TK70E

Controlador de comunicaciones para red de área local
Controlador adicional DESQA-SA/SF Ethernet 802.3

Terminales

1 monitor VX 130-AA/AB/AC
1 monitor VT1200 X (Windows System)

Impresora

DEC Laser 2200-LND6-CC

Software

- VMS host	
- QL-001A2-B4	VMS 41 licencia multiusuario
- QA-001AA-H5	Documentación sobre VMS, VAXcluster y DECnet
- QA-A93AA-H5	PATHWORKS para VMS y documentación.

HOJAS DE DATOS DE EQUIPO DE PROCESAMIENTO DE INFORMACION

1 ESTACION DE OPERACION CENTRAL

TIPO: TDC3000 US (UNIVERSAL STATION) - mca. HONEYWELL (o similar)

1 FUNCIONES

Monitoreo y manipulación de procesos continuos y tipo batch.
 Anuncio y manejo de mensajes al operador, alarmas del proceso, de secuencias y del sistema.
 Despliegados e impresión de historias, tendencias, promedios y reportes.
 Monitoreo y variación en el status del equipo del sistema en el cuarto de control y cerca del proceso.
 Acceso de programas operativos y bases de datos que residen en otros módulos del sistema,
 bien en disquettes o cartuchos.

2 ESPECIFICACIONES ELECTRICAS

MODULOS ELECTRONICOS, CRT, TABLEROS, DRIVES PARA DISKETTES	IMPRESORA
Alimentación: 120 +10%	120 +10%
Frecuencias: 60 Hz, -6%	47-63 Hz
La estación operará ininterrumpidamente con una interrupción en el voltaje de una duración de 40 ms.	

TIEMPOS DE LLAMADO DE DESPLEGADOS	
Desplegados de operación	
Grupo	2 segs.
Detalle	6 segs.
Sumario de alarmas	2 segs. (Primer valor actualizado en 10 segs.)
Tendencias	15-20 segs. (Tendencias de unidad y area)
Desplegados de monitoreo y mantenimiento del sistema	
Desplegados de status	3 segs.
Sumarios de puntos	5-20 segs.
Desplegados gráficos (gráficos dinámicos)	
	3 segs. (Desplegados residentes en la estación)
	5-6 segs. (Desplegados residentes en el modulo de historia)
Capacidades	
Desplegados de detalle de puntos	Todos los puntos del sistema
Desplegados de grupo (operación)	450 (400 Std + 50 gpos. del MCP)
Gráficos dinámicos	Límite dependiente de la capacidad de almacenamiento, incluyendo la estación, módulos de historia, cartuchos y floppies.
Monitor	
Cantidad	2 monitores para la estación universal 1 monitor para las estaciones de trabajo
Resolución	640 x 448 pixeles
Tipo	Touch-screen
Drive para cartucho	
Capacidad de memoria	21,417,984 bytes (cartucho de 5K)
Repidez de transferencia de datos	5.33 mbits por segundo
- Rapidez de búsqueda	40 ms
- Tiempo latente	16 ms
Velocidad de impresora de matriz de puntos	
- Modelo 46	400 caracteres por segundo

Controlador de comunicaciones para red de área local
Controlador adicional DESQA-SA/SF Ethernet 802.3

Terminales

1 monitor VX 130-AA/AB/AC
1 monitor VT1200 X (Windows System)

Impresora

DEC Laser 2200-LND6-CC

Software

- VMS host	
- QL-001A2-B4	VMS 41 licencia multiusuario
- QA-001AA-H5	Documentación sobre VMS, VAXcluster y DECnet
- QA-A93AA-H5	PATHWORKS para VMS y documentación.

III MÓDULO DE INTERFASE CON VAX4000

El módulo de interfase con la computadora VAX consta de dos submódulos:

- A) Interfase para computadora
- B) Módulo computacional

A) INTERFASE PARA COMPUTADORA

TIPO: TDC3000 COMPUTER GATEWAY - mca. HOMEYELL (o similar)

1 FUNCIONES

Interfase de comunicaciones entre la red de área local RLSCD y la computadora tipo VAX
 Adquisición de datos de otros módulos sobre la red RLSCD para almacenamiento
 y utilización por otros módulos a petición de la computadora VAX
 Adquisición continua de datos del Módulo de Historia
 Mantenimiento de una base de datos que representa programas computacionales
 Transmisión de mensajes a la Estación Central de Operación
 Recepción de mensajes del Módulo Controlador de Proceso

2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Alto
 Largo
 Ancho

18.8 cm (7")
 48.3 cm (19")
 53.3 cm (21")

5 tarjetas

21 kg (46 lbs)

III MÓDULO DE INTERFASE CON VAX4000

El módulo de interfase con la computadora VAX consta de dos submódulos:

- A) Interfase para computadora
- B) Módulo computacional

A) INTERFASE PARA COMPUTADORA

TIPO: TDC3000 COMPUTER GATEWAY - mca. HOMEYELL (o similar)

1 FUNCIONES

Interfase de comunicaciones entre la red de área local RLSCD y la computadora tipo VAX
 Adquisición de datos de otros módulos sobre la red RLSCD para almacenamiento
 y utilización por otros módulos a petición de la computadora VAX
 Adquisición continua de datos del Módulo de Historia
 Mantenimiento de una base de datos que representa programas computacionales
 Transmisión de mensajes a la Estación Central de Operación
 Recepción de mensajes del Módulo Controlador de Proceso

2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Alto
 Largo
 Ancho

18.8 cm (7")
 48.3 cm (19")
 53.3 cm (21")

5 tarjetas

21 kg (46 lbs)

3

ALIMENTACION

Alimentación: 120 VAC $\pm 10\%$ Frecuencia: 60 Hz $\pm 5\%$

El módulo operará ininterrumpidamente con una interrupción en el voltaje de una duración de 40 ms.

4

ESPECIFICACIONES DE COMUNICACION (NIVEL A VAX)

Protocolo	HDLC
Conexión física	Unión dúplex (HDLC)
Red	Punto a punto
Presentación	Carácteres ASCII (LSB, MSB) Punto flotante Enteros

5

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES

Capacidad de puntos	250 puntos de interfase de control avanzado 500 puntos de resultados calculados 40 tablas de acceso de datos
---------------------	--

6

CAPACIDAD DE CONFIGURACION

Número de módulos:	1
Número máximo de Módulos de Aplicación por red de área local	10

B) MÓDULO COMPUTACIONAL

TIPO: TDC3000 COMPUTING MODULE 505- ssa. HONEYWELL (o similar)

1 FUNCIONES

Acceso en tiempo real de datos históricos que residen en diferentes módulos de la RLSCD para su utilización en programas de aplicación que residen en el sistema DEC Vax
Transferencia de datos calculados en la VAX a los módulos de la red de área local

2 CONEXIONADO CON MÓDULO DE INTERFASE

Tipo:	Par torcido blindado
No. de pins	37
Longitud	10 m
Conexiones	De la interfase para computadora a panel de distribución

3 ESPECIFICACIONES ROLC

Alimentación eléctrica	5 VDC, 10.0 A max -12 VDC, 1.0 A max
Temperatura	
Operando	0°C - 50°C
No operando	-40°C - 60°C
Humedad relativa	10% - 90%

IV MÓDULO DE APLICACIONES

TIPO: TDC3000 APPLICATION MODULE - mca. HONEYWELL (o similar)

1 FUNCIONES

Adquisición de datos
 Compensación de flujo
 Sumadores
 Multiplicadores y divisores
 Tiempo muerto
 Totalizadores
 Linealización de datos
 Algoritmos convencionales de variables de proceso
 Selector alta-baja promedio

2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Alto	18.8 cm (7")	5 tarjetas	21 kg (46 lbs)
Largo	48.3 cm (19")	Archivo de nodo dual con:	
Ancho	53.3 cm (21")	Nodo sencillo	14,6 kg (32 lb)
		Dos nodos	18 kg (40 lb)

3 ALIMENTACION

Alimentación: 120 VAC +10%

Frecuencia: 60 Hz -6%

El módulo de aplicación operará ininterrumpidamente con una interrupción en el voltaje de una duración de 40 ms.

4 CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES

Capacidad de puntos procesados	ARI (microprocesador 68020) 90 "data points" por segundo
Capacidad de puntos registrados	Procesamiento rápido: 1 s, 2 s, 5 s, 10 s, 15 s, 30 s, 1 min, 2 min, y a petición Procesamiento lento: 1 min, 2 min, 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 1 hr, 8 hr, 12 hr, 24 hr, y a petición

5 CAPACIDAD DE CONFIGURACION

Número de módulos:	1
Número máximo de módulos de aplicación por RLSCD	10

TIPO: TDC3000 HISTORY MODULE - oca, HONEYWELL (o similar)

1

FUNCIONES

Historia continua del proceso:
 Datos de muestreo
 Promedios
 Reportes de eventos:
 Eventos de proceso
 Eventos del sistema TDC3000
 Archivos activos del sistema:
 Abstracts de desplegados gráficos
 Puntos de la base de datos
 Archivos de utilería:
 Archivos de configuración del sistema
 Archivos estáticos del sistema:
 Imágenes de software disponibles
 Programa de análisis en línea (mantenimiento)

2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	DIMENSIONES APROXIMADAS (5 tarjetas y nodo dual)		PESO APROXIMADO	
Módulo de electrónica	Alto	18.8 cm (7")	5 tarjetas	21 kg (46 lbs)
	Largo	48.3 cm (19")	Archivo de nodo dual con:	
	Ancho	53.3 cm (21")	Nodo sencillo	14.6 kg (32 lb)
			Dos nodos	18 kg (40 lb)
Unidad de disquette Winchester (doble)	Alto	23 cm (9")	20 kg (43 lbs)	
	Largo	48 cm (19")		
	Ancho	41 cm (16")		

3

ALIMENTACION

Alimentación: 120 VAC +10%

Frecuencia: 60 Hz -6%

El módulo de historia operará ininterrumpidamente con una interrupción en el voltaje de una duración de 40 ms.

4

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES

Capacidad de la memoria (datos formateados)	275.8 megabytes
Velocidad de transferencia de datos	4.84 megabits por segundo
Tiempo promedio de latencia	8.3 ms
Capacidad de historización	<p>Cuando se utiliza para almacenamiento continuo de historia, el módulo de historia almacenará:</p> <p>Promedios base para 2400 puntos del proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 semana de promedios cada hora 2 semanas de promedios de 8 horas 31 días de promedios diarios 12 meses de promedios mensuales

5

CAPACIDAD DE CONFIGURACION

Número de módulos:	1
Número máximo de módulos de historia por RLSD	10

VI MÓDULO DE INTERFASE DE REDES DE CONTROL DISTRIBUIDO

TIPO TDC3000 NETWORK INTERFACE MODULE - mca. HONEYWELL (o similar)

1 FUNCIONES

Acceso ordenado de datos entre los dispositivos de la RLSCD y la RPSCD.
Conversión de datos y protocolos entre ambas redes.
Canal de comunicación de eventos entre ambas redes.

2 ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS

Alimentación 120 VAC +10%
Frecuencia 60 Hz, -6%

La red opera ininterrumpidamente con una interrupción en el voltaje de una duración de 40 ms.

3 CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES

Capacidad de puntos (max) Hasta 8000 puntos por MIRC0 o par de MIRC0 redundante
Acceso de datos (max) 1200 parámetros sencillos accedidos por segundo

Nota: El volumen de datos procesados por un MIRC0 en un período específico de tiempo es una función del número y tipos de módulos en la RLSCD que requieren de información de la RPSCD. MIRC0's adicionales pueden ser añadidas para soportar configuraciones que producen demandas grandes de información inusuales.

4 CAPACIDAD DE CONFIGURACION

Número de MIRC0 1
Número máximo de MIRC0's por RLSCD 20 sencillos o redundantes
Número máximo de MIRC0's por RPSCD 4 sencillos o redundantes

2.5 DIAGRAMAS DE ARQUITECTURA

MODULOS			
M.C.P	Modulo de control de procesos	I/O	Módulo de entradas/salidas
M.C.L	Modulo de control lógico	DEPCA	Módulo de interfase cliente-Ethernet 802.3
M.S.C	Modulo de interfase con sistemas de campo	WKS	Módulo Workstation
M.H	Modulo de historia o almacenamiento masivo	BT	Baseband Transceiver
M.A	Modulo de aplicación	M.I.F.B.	Módulo de interfase con FB
M.I.VAX	Modulo de interfase con DEC-VAX 3000/310 Server	M.D.M.	Multi-Drop Modem
M.I.R.C.D	Modulo de interfase de redes de control distribuido	PCSA	Módulo de aplicaciones en PC
VAX	DEC-VAX 3000/310 Server		
DEMPR	Modulo de interfase Ethernet Standard		
DESTA	Modulo de interfase Server-Ethernet Thinwire 802.3		
REDES			
	R.L.S.C.D	Red local de sistema de control distribuido	
	R.P.S.C.D	Red de proceso de sistema de control distribuido	
	R.E.S	Red Ethernet Standard	
	R.E.T	Red Ethernet Thinwire	
	ST/DC	Smart Transmitters/ Digital Communication	
	F.B.	Field Bus	

FIG.24 NOMENCLATURA

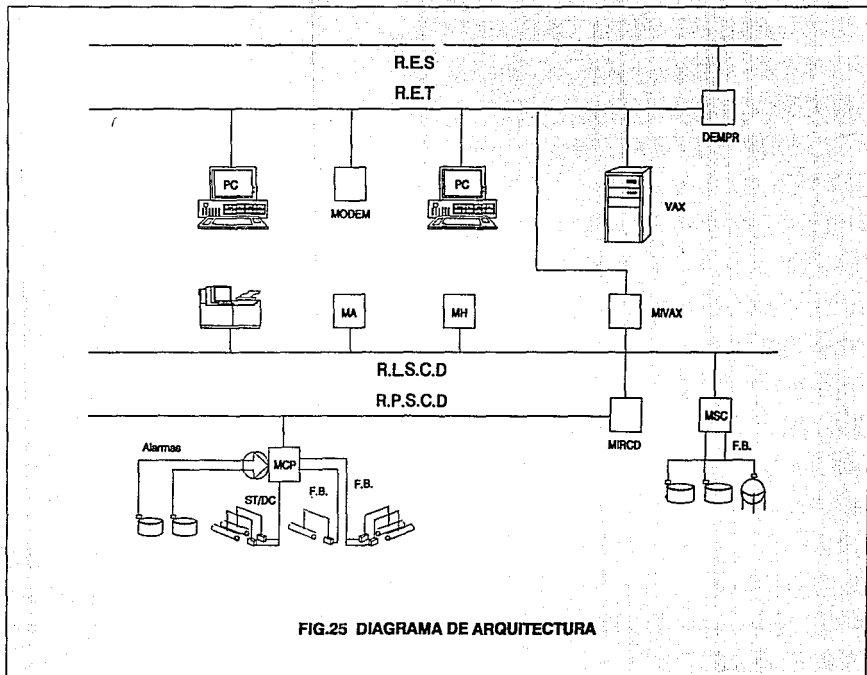


FIG.25 DIAGRAMA DE ARQUITECTURA

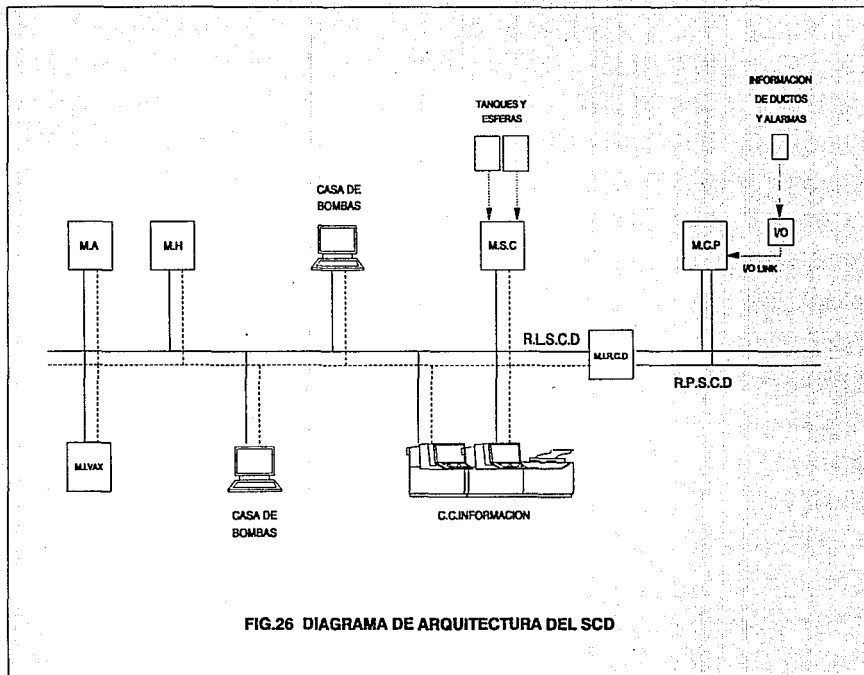


FIG.26 DIAGRAMA DE ARQUITECTURA DEL SCD

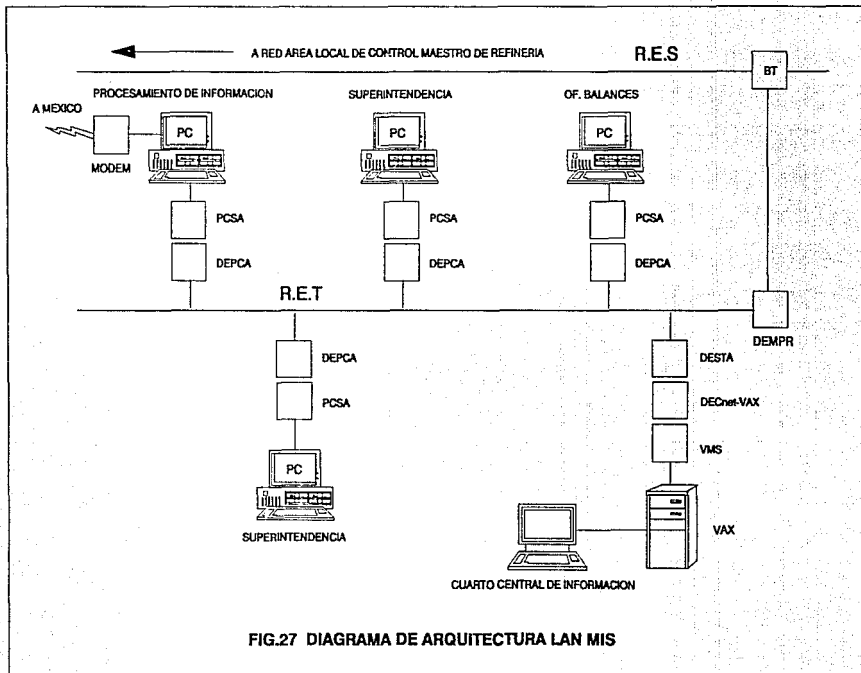


FIG.27 DIAGRAMA DE ARQUITECTURA LAN MIS

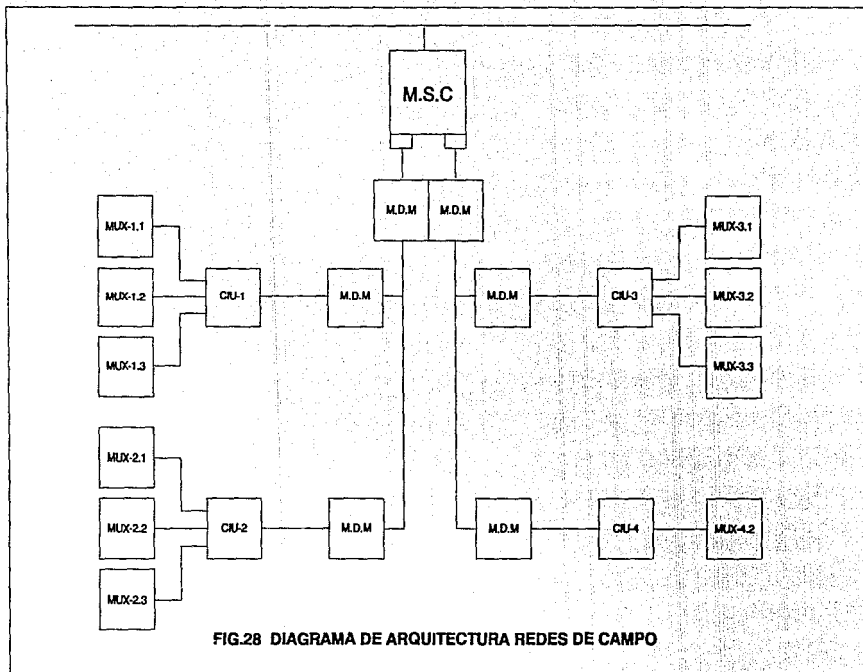


FIG.28 DIAGRAMA DE ARQUITECTURA REDES DE CAMPO

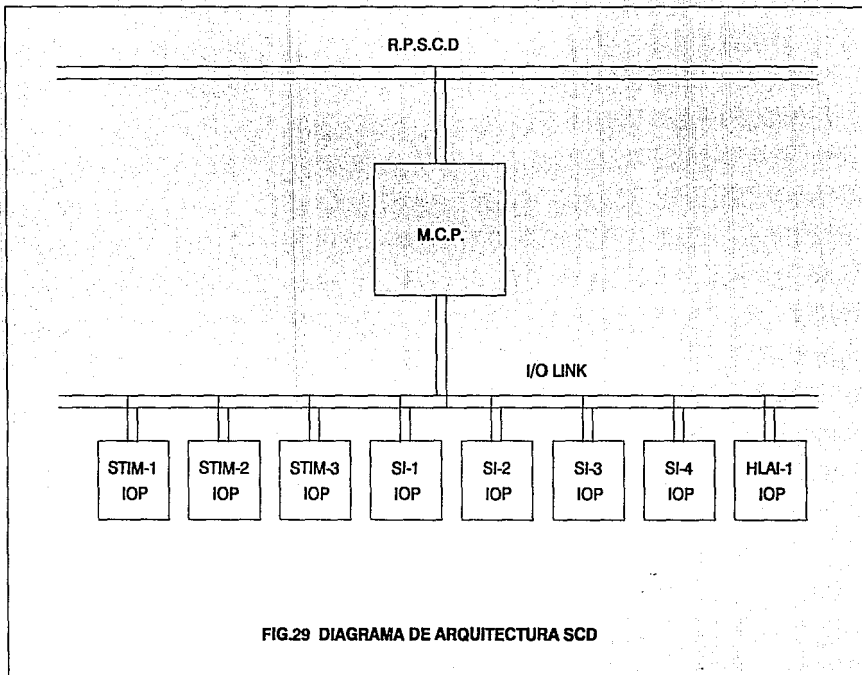


FIG.29 DIAGRAMA DE ARQUITECTURA SCD

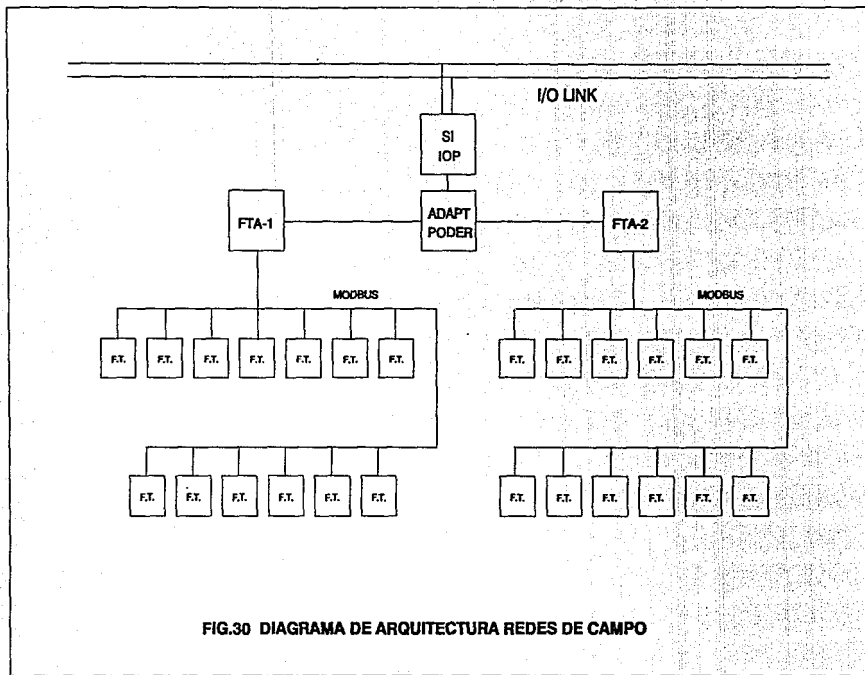


FIG.30 DIAGRAMA DE ARQUITECTURA REDES DE CAMPO

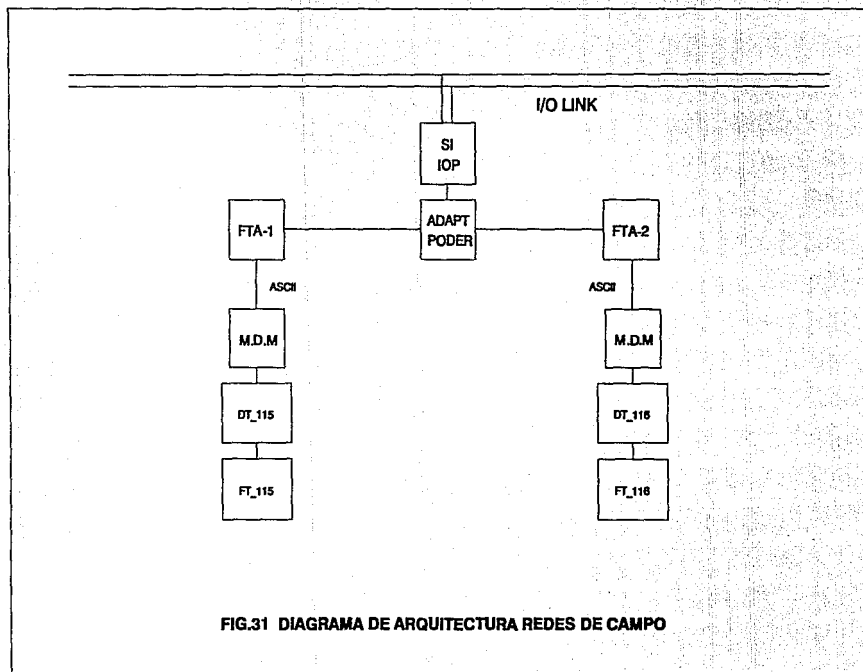


FIG.31 DIAGRAMA DE ARQUITECTURA REDES DE CAMPO

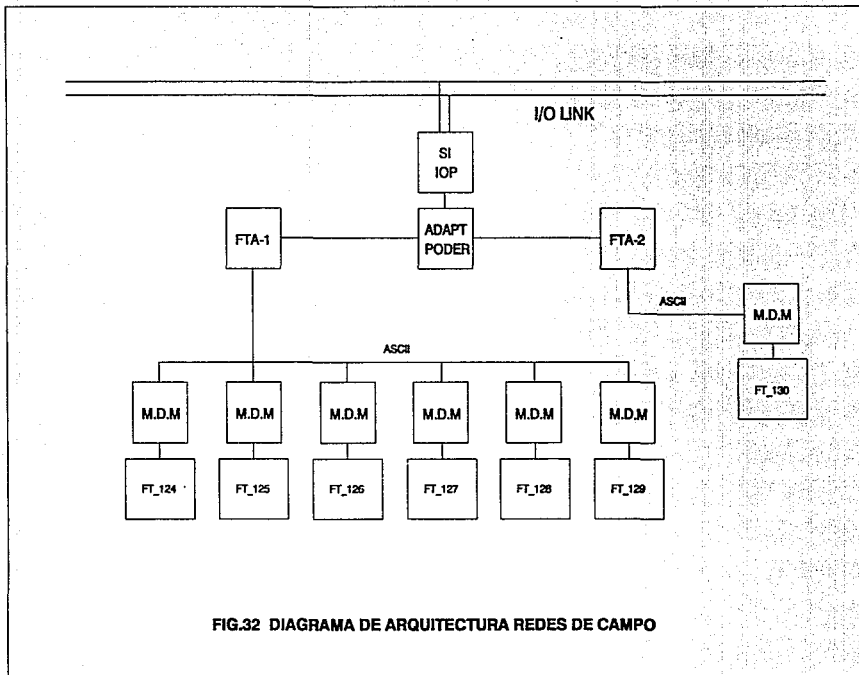


FIG.32 DIAGRAMA DE ARQUITECTURA REDES DE CAMPO

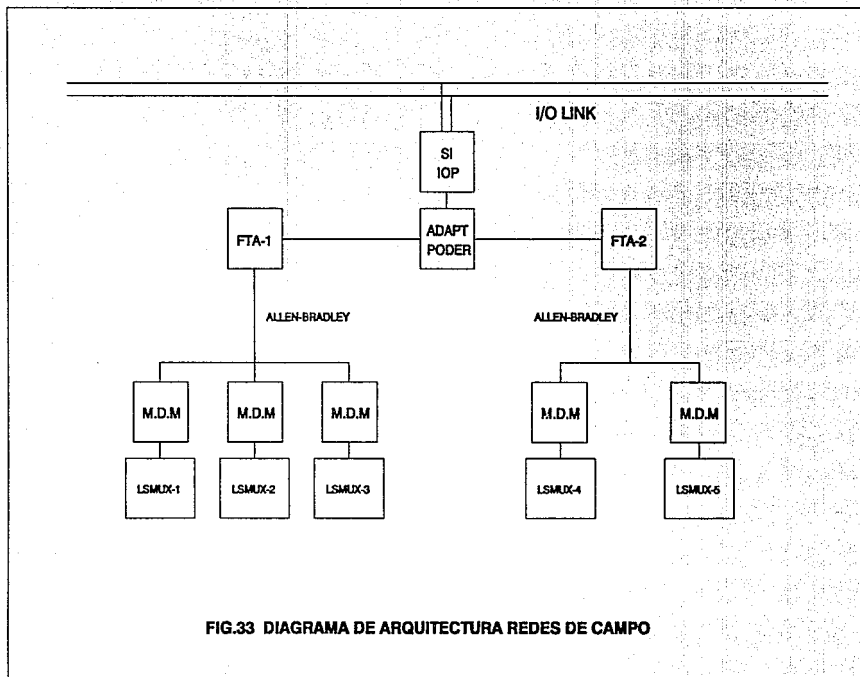


FIG.33 DIAGRAMA DE ARQUITECTURA REDES DE CAMPO

CAPITULO 3

SOFTWARE

3.1 INTERFASE HOMBRE MAQUINA (GRAFICOS DINAMICOS)

Dentro del desarrollo del sistema, se considera que las funciones de nivel supervisorio en las estaciones operativas y administrativas, se lleven a cabo por medio de un arreglo de interfase hombre/máquina basado en gráficos dinámicos. De esta forma, el operador solo ve la información necesaria para que lleve a cabo las medidas pertinentes y no le resulte complicado el aprendizaje del manejo de este tipo de gráfico.

El diseño se realizó considerando que la operación desde cualquier nodo del sistema, ya sea al nivel de las redes de control distribuido o de las redes del sistema de información gerencial sea equivalente. Para ello se desarrollaron un conjunto de gráficos dinámicos prototipo, utilizando el paquete "InTouch" de WONDERWARE.

El programa "InTouch" utiliza como medio ambiente a Windows Ver. 3.0 de Microsoft. Consiste en dos elementos principales: WindowMaker y WindowViewer. WindowMaker es el medio en el cual son desarrolladas las diferentes interfases y gráficos dinámicos. Contiene todas las funciones necesarias para la creación de desplegados animados, así como para su conexión a controladores, sistemas de entradas y salidas, bases de datos y otras aplicaciones de Windows. WindowViewer es el medio en el cual se compilan y corren los gráficos creados en WindowMaker.

DESCRIPCION

Una constante muy importante del sistema es que desde cualquier ventana el operador puede apreciar las alarmas, además de que para mayor seguridad, las alarmas son escuchadas en los cuartos de control. Al ocurrir una alarma el operador debe "reconocerla", y así no seguirá llamando la atención del operador en la pantalla. Por otro lado, con el fin de facilitar el acceso y manejo de estos gráficos, el operador utiliza un sistema "touch screen".

Para poder apreciar la forma de actuar del sistema, se creó un simulador que representa el "status" de los tanques (Carga, Descarga e Inactivo).

Los gráficos dinámicos prototipo despliegan la Información relativa a tanques atmosféricos, esferas y ductos.

De manera general, para el caso de los tanques se puede obtener el listado de éstos, en donde aparecen los "Tag's" del tanque, el servicio que proporcionan, si presentan alguna alarma y su "status". De cada tanque se puede conocer su instrumentación asociada, así como las principales variables medidas por dichos Instrumentos y sus tendencias. Además, se puede apreciar un registro histórico de las alarmas ocurridas.

Esta filosofía es la misma para los ductos, a excepción de que en el listado de éstos aparece el nombre del ducto, el servicio que ofrece, su flujo másico, y si presenta alguna alarma.

Cabe señalar que para la aplicación real de los gráficos dinámicos prototipo, se deben considerar los siguientes aspectos principales:

- Para cada tanque atmosférico, esfera y ducto se debe implementar un conjunto de gráficos de detalle.
- En los casos de tanques atmosféricos y esferas se deben eliminar los gráficos y lógicas asociadas con la simulación del "status" (Carga, Descarga e Inactivo).
- Se debe eliminar toda la lógica de simulación y se debe incluir el acceso vía la Base de Datos de tiempo real a los datos del proceso.
- Las variables, identificadores y atributos deben adecuarse a la Base de Datos.

Proceso general de aplicación

La generación de una aplicación determinada requiere de las siguientes operaciones:

1. Crear un directorio para la aplicación.
2. Crear las diferentes ventanas de la aplicación, cada una con sus desplegados gráficos y de texto.
3. Definir los valores de la Base de Datos y su conexión con dispositivos externos, tales como controladores y otras aplicaciones que involucren intercambio dinámico de información.
4. Definir las conexiones de animación entre las ventanas gráficas y la Base de Datos, así como el control de la activación/desactivación de dichas ventanas.

En general, los pasos arriba mencionados pueden ser ejecutados en cualquier orden. "InTouch" permite al usuario moverse libremente a través de varias operaciones a medida que la aplicación es desarrollada, con acceso directo a la Base de Datos en cualquier momento y desde cualquier área del medio de desarrollo. En cuanto a la secuencia de pasos, las únicas restricciones son aquellas que evitan la introducción de errores al sistema.

3.2 REPORTES GENERADOS POR EL SISTEMA

En las siguientes 11 figuras, se muestran los reportes que representan de manera clara las operaciones y condiciones que han experimentado cada uno de los tanques atmosféricos, esferas y ductos, así como la información involucrada para la realización de los balances de materia.

Refinería " _____ " Balance Masico Global	TANQUES ATMOSFERICOS GRUPO No. ## TV- ####	FECHA ##-TTT-199# HORA ##:## PAGINA ##				
CONDICIONES INSTANTANEAS						
NIVEL #### mts NIVEL DE INTERFASE ##.## mts STATUS TTTTTTTTTT TEMPERATURA ##.## °C Grav. Especif. ##.## PRODUCTO TTTTTTTTTTTTTT VOLUMEN BRUTO ##### Barr VOLUMEN NETO ##### Barr MASA ##### Kg CAPACIDAD NOMINAL ##### Barr CAPACIDAD BOMBEABLE ##### Barr	DATOS HISTORICOS (ACUMULADOS DIARIOS)					
	VOLUMEN TOTAL ALMACENADO ##### Barr MASA TOTAL ALMACENADA ##### Kg INCREMENTO NETO DE VOLUMEN ##### Barr INCREMENTO NETO DE MASA ##### Kg No. DE MOVIMIENTOS ### CAPACIDAD BOMBEABLE (00:00) ##### Barr					
RESUMEN DE OPERACIONES						
FUENTE	DESTINO	HORA INICIO	HORA TERM.	VOLUMEN TRANSF.	PRODUCTO	Gr. Especifica
TV-####	TV-####	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.##
TV-####	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.##
TTTTTTTTTT	TV-####	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.##
FIG.34 REPORTE DE TANQUES ATMOSFERICOS INDIVIDUALES PAG.1						

Refinería " _____ "	TANQUES ATMOSFERICOS GRUPO No. ## TV- ####	FECHA ##-TTT-199# HORA ##:## PAGINA ##				
RESUMEN DE OPERACIONES						
FUENTE	DESTINO	HORA INICIO	HORA TERM.	VOLUMEN TRANSF.	PRODUCTO	Gr. Especifica
TV-####	TV-####	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.###
TV-####	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.###
TTTTTTTTTT	TV-####	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.###

FIG.35 REPORTE DE TANQUES ATMOSFERICOS INDIVIDUALES

Refinería "_____"

Balance Masico Global

ESFERAS

GRUPO No. ##

TE-####

FECHA ##-TTT-189#

HORA ##:##

PAGINA ##

CONDICIONES INSTANTANEAS

NIVEL ###.## mts
 STATUS TTTTTTTTTTTT
 PRESION ###.## Kg/cm²
 TEMPERATURA ##.## °C
 Grav. Especif. ###.##
 PRODUCTO TTTTTTTTTTTTTTTT
 VOLUMEN ##### Barr
 MASA ##### Kg
 CAPACIDAD NOMINAL ##### Barr
 CAPACIDAD BOMBEABLE ##### Barr

DATOS HISTORICOS (ACUMULADOS DIARIOS)

VOLUMEN TOTAL ALMACENADO ##### Barr
 MASA TOTAL ALMACENADA ##### Kg
 INCREMENTO NETO DE VOLUMEN ##### Barr
 INCREMENTO NETO DE MASA ##### Kg
 No. DE MOVIMIENTOS ###
 CAPACIDAD BOMBEABLE (00:00) ##### Barr

RESUMEN DE OPERACIONES

FUENTE	DESTINO	HORA INICIO	HORA TERM.	VOLUMEN TRANSF.	PRODUCTO	Gr. Especifica
TE-####	TE-####	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTTTT	##.##
TE-####	TTTTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTTTT	##.##
TTTTTTTTTTTT	TE-####	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTTTT	##.##

FIG.36 REPORTE DE ESFERAS INDIVIDUALES

Refinería "_____"		ESFERAS		FECHA	##-TTT-199#	
Balance Masico Global		GRUPO No. ##		HORA	##:##	
		TE- #####		PAGINA	##	
RESUMEN DE OPERACIONES						
FUENTE	DESTINO	HORA INICIO	HORA TERM.	VOLUMEN TRANSF.	PRODUCTO	Gr. Especifica
TE-####	TE-####	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.###
TE-####	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.###
TTTTTTTTTT	TE-####	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.###
FIG.37 REPORTE DE ESFERAS INDIVIDUALES PAG.2						

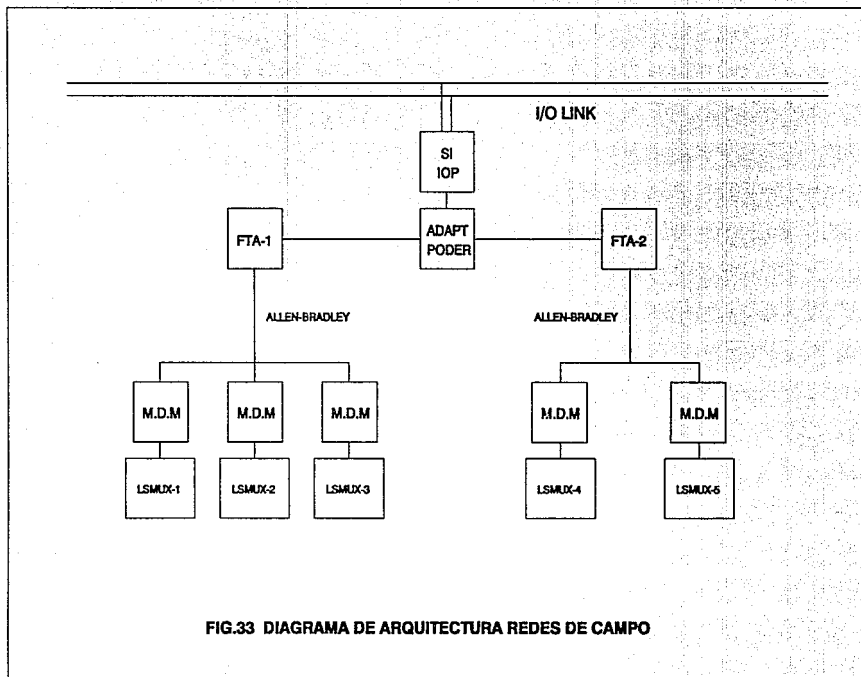


FIG.33 DIAGRAMA DE ARQUITECTURA REDES DE CAMPO

Refinería " _____ " Balance Masico Global	TANQUES ATMOSFERICOS GRUPO No. ## TV- ####	FECHA ##-TTT-199# HORA ##:## PAGINA ##				
CONDICIONES INSTANTANEAS		DATOS HISTORICOS (ACUMULADOS DIARIOS)				
NIVEL #### mts NIVEL DE INTERFASE ##.## mts STATUS TTTTTTTTTT TEMPERATURA ###.## °C Grav. Especif. ###.## PRODUCTO TTTTTTTTTTTTTT VOLUMEN BRUTO ##### Barr VOLUMEN NETO ##### Barr MASA ##### Kg CAPACIDAD NOMINAL ##### Barr CAPACIDAD BOMBEABLE ##### Barr	VOLUMEN TOTAL ALMACENADO ##### Barr MASA TOTAL ALMACENADA ##### Kg INCREMENTO NETO DE VOLUMEN ##### Barr INCREMENTO NETO DE MASA ##### Kg No. DE MOVIMIENTOS ### CAPACIDAD BOMBEABLE (00:00) ##### Barr					
RESUMEN DE OPERACIONES						
FUENTE	DESTINO	HORA INICIO	HORA TERM.	VOLUMEN TRANSF.	PRODUCTO	Gr. Especifica
TV-####	TV-####	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.##
TV-####	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.##
TTTTTTTTTT	TV-####	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.##
FIG.34 REPORTE DE TANQUES ATMOSFERICOS INDIVIDUALES PAG.1						

Refinería " _____ "	TANQUES ATMOSFERICOS GRUPO No. ## TV- ####	FECHA ##-TTT-199# HORA ##:## PAGINA ##				
RESUMEN DE OPERACIONES						
FUENTE	DESTINO	HORA INICIO	HORA TERM.	VOLUMEN TRANSF.	PRODUCTO	Gr. Especifica
TV-####	TV-####	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.###
TV-####	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.###
TTTTTTTTTT	TV-####	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.###

FIG.35 REPORTE DE TANQUES ATMOSFERICOS INDIVIDUALES

Refinería "_____"

Balance Masico Global

ESFERAS

GRUPO No. ##

TE-####

FECHA ##-TTT-189#

HORA ##:##

PAGINA ##

CONDICIONES INSTANTANEAS

NIVEL ###.## mts
 STATUS TTTTTTTTTT
 PRESION ###.## Kg/cm²
 TEMPERATURA ###.## °C
 Grav. Especif. ###.##
 PRODUCTO TTTTTTTTTTTTTT
 VOLUMEN ##### Barr
 MASA ##### Kg
 CAPACIDAD NOMINAL ##### Barr
 CAPACIDAD BOMBEABLE ##### Barr

DATOS HISTORICOS (ACUMULADOS DIARIOS)

VOLUMEN TOTAL ALMACENADO ##### Barr
 MASA TOTAL ALMACENADA ##### Kg
 INCREMENTO NETO DE VOLUMEN ##### Barr
 INCREMENTO NETO DE MASA ##### Kg
 No. DE MOVIMIENTOS ###
 CAPACIDAD BOMBEABLE (00:00) ##### Barr

RESUMEN DE OPERACIONES

FUENTE	DESTINO	HORA INICIO	HORA TERM.	VOLUMEN TRANSF.	PRODUCTO	Gr. Especifica
TE-####	TE-####	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	###.##
TE-####	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	###.##
TTTTTTTTTT	TE-####	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	###.##

FIG.36 REPORTE DE ESFERAS INDIVIDUALES

Refinería "_____"		ESFERAS		FECHA	##-TTT-199#	
Balance Masico Global		GRUPO No. ##		HORA	##:##	
		TE- #####		PAGINA	##	
RESUMEN DE OPERACIONES						
FUENTE	DESTINO	HORA INICIO	HORA TERM.	VOLUMEN TRANSF.	PRODUCTO	Gr. Especifica
TE-####	TE-####	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.###
TE-####	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.###
TTTTTTTTTT	TE-####	##:##	##:##	##### Barr	TTTTTTTTTT	##.###
FIG.37 REPORTE DE ESFERAS INDIVIDUALES PAG.2						

Refinería "_____"
 Balance Masico Global

DUCTOS
 GRUPO No. ##
 TTTTTTTTTTTTTT

FECHA ##-TTT-199#
 HORA ##:##
 PAGINA ##

CONDICIONES INSTANTANEAS

FLUJO MASICO ##### Kg/min
 FLUJO VOLUMETRICO ##### BPD
 FLUJO VOL. STANDARD ##### BPD
 TEMPERATURA ###.## °C
 Grav. Especific. ###.###
 PRESION ###.## Kg/cm²
 PRODUCTO TTTTTTTTTTTTTT

DATOS HISTORICOS (ACUMULADOS DIARIOS)

FLUJO MASICO TOTAL ##### Kg/dia
 FLUJO VOLUMETRICO TOTAL ##### BPD
 No. DE MOVIMIENTOS ###

RESUMEN DE OPERACIONES

FUENTE	DESTINO	HORA INICIO	HORA TERM.	MASA TRANSF.	PRODUCTO	Gr. Especifica
TTTTTTTTTT	TV-###	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	###.###
TV-###	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	###.###
TTTTTTTTTT	TE-###	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	###.###
TE-###	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	###.###
TTTTTTTTTT	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	###.###

FIG.38 REPORTE DE DUCTOS INDIVIDUALES

Refinería "_____"
Balance Masico Global

DUCTOS
GRUPO No. ##
TTTTTTTTTTTTTT

FECHA ##-TTT-199#
HORA ##:##
PAGINA ##

RESUMEN DE OPERACIONES

FUENTE	DESTINO	HORA INICIO	HORA TERM.	MASA TRANSF.	PRODUCTO	Gr. Especifica
TTTTTTTTTT	TV-####	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	##.###
TV-####	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	##.###
TTTTTTTTTT	TE-####	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	##.###
TE-####	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	##.###
TTTTTTTTTT	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	##.###

FIG.39 REPORTE DE DUCTOS INDIVIDUALES

PAG.2

Refinería "_____"

Balance Masico Global

BALANCE DE MASA

TIEMPO REAL (Reconciliación de Datos)

FECHA ##-TTT-199#

HORA ##:##

PAGINA ##

PRODUCTO	ENTRADAS (TON)		SALIDAS (TON)		ALMACENADO (TON)		CONS. INT. (TON)		PERDIDAS (TON)	
	Medido	Reconc.	Medido	Reconc.	Medido	Reconc.	Medido	Reconc.	Medido	Reconc.
TTTTTTTTTTTT	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####

FIG.40 REPORTE DEL BALANCE EN TIEMPO REAL

RECONCILIACION DE DATOS

Refinería "_____"
 Balance Masico Global

DUCTOS
 GRUPO No. ##
 TTTTTTTTTTTTTT

FECHA ##-TTT-199#
 HORA ##:##
 PAGINA ##

CONDICIONES INSTANTANEAS

FLUJO MASICO ##### Kg/min
 FLUJO VOLUMETRICO ##### BPD
 FLUJO VOL. STANDARD ##### BPD
 TEMPERATURA ###.## °C
 Grav. Especific. ###.###
 PRESION ###.## Kg/cm²
 PRODUCTO TTTTTTTTTTTTTT

DATOS HISTORICOS (ACUMULADOS DIARIOS)

FLUJO MASICO TOTAL ##### Kg/dia
 FLUJO VOLUMETRICO TOTAL ##### BPD
 No. DE MOVIMIENTOS ###

RESUMEN DE OPERACIONES

FUENTE	DESTINO	HORA INICIO	HORA TERM.	MASA TRANSF.	PRODUCTO	Gr. Especifica
TTTTTTTTTT	TV-###	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	###.###
TV-###	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	###.###
TTTTTTTTTT	TE-###	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	###.###
TE-###	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	###.###
TTTTTTTTTT	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	###.###

FIG.38 REPORTE DE DUCTOS INDIVIDUALES

Refinería "_____"
Balance Masico Global

DUCTOS
GRUPO No. ##
TTTTTTTTTTTTTT

FECHA ##-TTT-199#
HORA ##:##
PAGINA ##

RESUMEN DE OPERACIONES

FUENTE	DESTINO	HORA INICIO	HORA TERM.	MASA TRANSF.	PRODUCTO	Gr. Especifica
TTTTTTTTTT	TV-####	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	##.###
TV-####	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	##.###
TTTTTTTTTT	TE-####	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	##.###
TE-####	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	##.###
TTTTTTTTTT	TTTTTTTTTT	##:##	##:##	##### Kg	TTTTTTTTTT	##.###

FIG.39 REPORTE DE DUCTOS INDIVIDUALES

PAG.2

Refinería "_____"

Balance Masico Global

BALANCE DE MASA

TIEMPO REAL (Reconciliación de Datos)

FECHA ##-TTT-199#

HORA ##:##

PAGINA ##

PRODUCTO	ENTRADAS (TON)		SALIDAS (TON)		ALMACENADO (TON)		CONS. INT. (TON)		PERDIDAS (TON)	
	Medido	Reconc.	Medido	Reconc.	Medido	Reconc.	Medido	Reconc.	Medido	Reconc.
TTTTTTTTTTTT	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####

**FIG.40 REPORTE DEL BALANCE EN TIEMPO REAL
RECONCILIACION DE DATOS**

Refinería " _____ "
 Balance Masico Global

BALANCE DE MASA
TIEMPO REAL

FECHA ##-TTT-199#
 HORA ##:##
 PAGINA ##

PRODUCTO	ENTRADAS				SALIDAS				ALMACENADO			
	TONS	BPD	% VOL	P.ESP.	TONS	BPD	% VOL	P.ESP.	TONS	BPD	% VOL	P.ESP.
TTTTTTTTTT	####	####	###.##	##.##	####	####	###.##	##.##	####	####	###.##	##.##

FIG.41 REPORTE DEL BALANCE EN TIEMPO REAL
ENTRADAS, SALIDAS, ALMACENADO

Refinería "_____"
Balance Masico Global

BALANCE DE MASA
POR DIA

FECHA ##-TTT-199#
HORA ##:##
PAGINA ##

PRODUCTO	ENTRADAS				SALIDAS				ALMACENADO			
	TONS	BPD	% VOL	P.ESP.	TONS	BPD	% VOL	P.ESP.	TONS	BPD	% VOL	P.ESP.
TTTTTTTTTTTT	####	####	###.##	###.##	####	####	###.##	###.##	####	####	###.##	###.##

FIG.42 REPORTE DEL BALANCE DIARIO
ENTRADAS, SALIDAS, ALMACENADO

Refinería "_____"
Balance Masico Global

BALANCE DE MASA
POR DIA

FECHA ##-TTT-199#
HORA ##:##
PAGINA ##

PRODUCTO	CONSUMO INT.				PERDIDAS			
	TONS	BPD	% VOL	P.ESP.	TONS	BPD	% VOL	P.ESP.
TTTTTTTTTTTT	####	####	###.##	##.###	####	####	###.##	##.###

FIG.43 REPORTE DEL BALANCE DIARIO
CONSUMO INTERNO, PERDIDAS

Refinería "_____"
Balance Masico Global

BALANCE DE MASA
TIEMPO REAL

FECHA ##-TTT-199#
HORA ##:##
PAGINA ##

PRODUCTO	CONSUMO INT.				PERDIDAS			
	TONS	BPD	% VOL	P.ESP.	TONS	BPD	% VOL	P.ESP.
TTTTTTTTTTTT	####	####	###.##	##.##	####	####	###.##	##.##

FIG.44 REPORTE DEL BALANCE EN TIEMPO REAL
CONSUMO INTERNO, PERDIDAS

3.3 SOFTWARE DE APLICACION EN LINEA

El software de aplicación en línea que se integra al proyecto de Balance Másico Global es conocido bajo el nombre de OASYS, conjunto de paquetes desarrollados por la compañía ELF/PROFIMATICS.

Los paquetes de software que se encuentran diseñados para la realización de la completa automatización de las actividades del control de inventarios, movimiento de petróleo y derivados; así como del mezclado en línea, desde la recepción de crudo hasta la salida de productos a ventas, son los siguientes:

1. Control regulatorio del mezclado REGMEL.
2. Optimizador de mezclado (control multivariable) ANAMEL.
3. Sistema de movimiento de materiales
 - Supervisor de movimientos de mezclado BMS.
 - Supervisor de movimientos en tanques TMS.
 - Supervisor de movimientos en tuberías PMS.
4. Monitoreo y adquisición de datos de tanques ALGOBAC.
5. Módulo de balance de materiales GERA.
6. Módulo de logística general de inventarios FORWARD.

De las anteriores, las aplicaciones que son implementadas en el sistema son:

- **GERA** Módulo de balance de materiales.
- **ALGOBAC** Monitoreo y adquisición de datos de tanques.
- **TMS** Supervisor de movimientos en tanques.
- **PMS** Supervisor de movimientos en tuberías.

a) GERA : MODULO DE BALANCE DE MATERIALES

a.1 OBJETIVO DE LA APLICACION DE GERA

El objetivo de GERA es el formular diariamente los balances de materia de una refinería, ajustados con los flujos del material y con las existencias.

El balance se obtiene utilizando un tratamiento de ajuste de los datos del proceso y la redundancia de las mediciones y su precisión, para proporcionar los valores estadísticamente más probables.

El balance de materia es generado en 2 partes:

- Tratamiento de ajuste local

Este se desarrolla en tiempo real en las principales unidades de producción. Permite el ajuste de datos antes de que sean utilizados en el balance global ajustado. La refinería es dividida en un grupo de entidades homogéneas independientes, cuyos datos se vuelven confiables gracias al ajuste local.

El uso de balances locales de ajuste en las unidades resulta importante para las diferentes entidades de la refinería, ya que permite:

- que el operador de la unidad conozca el estado de su unidad en tiempo real en cualquier momento, y que de esta forma esté pendiente de las pérdidas,
- que los Ingenieros de Instrumentos realicen verificaciones después de las operaciones en sus Instrumentos. Además, permite que posean la lista en tiempo real de todos los sensores defectuosos por cada unidad donde se ha desarrollado un ajuste local, así como el reporte diario del estado de cada Instrumento y su posible desviación,
- que el operador de campo del GERA tenga datos más confiables y balanceados numéricamente en las unidades, y que por lo tanto se minimice su intervención.

- Tratamiento de ajuste global

Este tratamiento utiliza:

- datos del proceso que resultan directamente de la red de instrumentos,
- datos ajustados por los tratamientos locales de ajuste,
- el modelado de la refinería en forma de una red gráfica compuesta por nodos y flujos, con el fin de producir un balance global ajustado para toda la refinería.

De esta manera, los datos ajustados pueden ser fácilmente accedidos por cualquier usuario y archivados en la base de datos de la planta, donde también se almacenan otros datos de la refinería.

En la base de datos de la planta se utiliza una hoja de cálculo, con el fin de que cada usuario pueda producir reportes que asocien datos ajustados por GERA con otros datos de la refinería.

A través de estos reportes se almacena la comparación del tipo de información del balance de materia. Esta aproximación proporciona el método más preciso para determinar las pérdidas de la refinería (pérdidas físicas y desviaciones en el balance).

Tanto la gerencia de operaciones de la refinería como el departamento de Ingeniería de procesos, pueden definir los rendimientos diarios de las unidades de una manera consistente.

El departamento de contabilidad puede utilizar los resultados archivados en la base de datos para monitorear la producción diaria de las unidades y de las mezclas, y así obtener el balance global mensual de la planta.

En general, el uso de una base de datos centralizada que contenga los resultados de GERA y otros datos de la refinería permite:

- la simplificación del acceso y la utilización de resultados almacenados,
- la protección física de información a todos los niveles,
- la consistencia de información disponible para los diferentes usuarios.

Todos estos adelantos contribuyen a enfocar más la atención del operador de GERA hacia las áreas de la refinería que juegan un papel esencial en la contabilidad de las entradas/salidas y movimientos de los productos.

a.2 MEDIO AMBIENTE

a.2.1. ESTRUCTURA DE LA REFINERIA

Una aplicación de GERA instalada sobre una plataforma en una refinería cubre lo siguiente:

- todas las unidades de la refinería: destilación, destilación al vacío, cracking catalítico, alquilación, hidrosulfurización, etc..
- los mezcladores,
- puntos de envío/recepción (tren, caminos, tuberías, terminales, etc...),
- todos los tanques, incluyendo los tanques de crudo,
- parte de la instrumentación manejada por la red de Instrumentos.

La Instrumentación correspondiente puede ser dividida en 3 categorías:

- sensores de la velocidad de flujo de una unidad (medidores de la velocidad de flujo, turbinas), que midan la velocidad de flujo de los materiales.
- medidores, que proporcionen la medición de las existencias en los tanques.
- contadores (tuberías, puertos, etc...), escalas (tren, caminos, etc...).

Parte de los datos de entrada pueden provenir de otras fuentes diferentes a los sensores, tales como etiquetas de envíos y recibos.

a.2.2 MEDIO AMBIENTE DE LA COMPUTADORA

La arquitectura básica del sistema de computación de la refinería contiene normalmente 3 redes jerárquicas.

- Red de instrumentación

Esta red permite el control y operación del proceso desde las consolas del operador. Generalmente, existen 1 o más computadoras de proceso ligadas a esta red.

- Red entre Computadoras

Esta red comprende las uniones entre varias computadoras científicas, incluyendo las computadoras del balance de materia. Permite:

- la recolección de datos del proceso por medio de la red de instrumentación,
- la recolección de información de otros balances de materia provenientes de:
 - la computadora de envío/recepción,
 - la computadora de movimientos del producto,
 - la computadora de monitoreo de los tanques,
- el acceso a la base de datos de la planta, en donde serán archivados los resultados de GERA,
- la red de automatización en las oficinas.

- Sistema de Manejo de Información (MIS)

El sistema de manejo de información permite que se compartan el software y los datos entre varios usuarios.

Normalmente, el sistema de automatización en oficinas está compuesto por grupos de estaciones de trabajo tipo PC comunicadas a estaciones "servidoras", que a su vez están comunicadas entre sí por una red tipo Ethernet.

Esta configuración permite que cada usuario autorizado tenga acceso desde su estación de trabajo a cualquier otro servidor, y por consiguiente a los datos y software que éste maneje.

El Sistema de Manejo de Información permite también la transferencia de datos y mensajes, hacia y desde la computadora de balance de materia.

a.3 METODO

a.3.1 PRESENTACION

El balance de materia diario de una refinería ajustado con los flujos de materiales y existencias, es obtenido mediante un tratamiento de balance global de materia, utilizando la redundancia de las mediciones y su precisión para proporcionar los valores estadísticamente más probables.

Los resultados (valores ajustados) son obtenidos a partir de la siguiente información:

- estructural, red de los tanques de la refinería, unidades y tuberías,
- dinámica:
 - mediciones provenientes de: los sensores del proceso, del software de control y de instrumentación (monitoreo del movimiento de los productos y monitoreo del mezclado),
 - mediciones ajustadas por el tratamiento local de ajuste,
 - pérdidas estimadas en las entidades físicas de la refinería (unidades, tanques, etc...).

a.3.2 INFORMACION ESTRUCTURAL

La red de la refinería es un modelo simplificado de la estructura de la refinería, en el cual se enfatiza el movimiento del material.

Este modelo se construye utilizando los siguientes diagramas:

- unidades de la refinería y puntos de envío y recepción,
- todos los tanques de la zona de tanquería,
- instrumentación existente.

De este modo, la refinería se modela en nodos y flujos.

Un nodo representa un grupo de materiales, en base al cual es posible obtener todos los datos envueltos en el balance local de materia. Estos datos serán necesariamente redundantes debido al tratamiento estadístico de GERA, que utiliza mediciones y cálculos redundantes para encontrar el balance más probable.

Existen 4 tipos de nodos:

- Nodo unitario (unidad de producción o punto de envío/recepción)

Representa un nodo de equipo que contiene tanques de no almacenamiento. Es decir, un nodo unitario se caracteriza por la ausencia de acumulación de materia. Algunos ejemplos de estos nodos son las unidades de producción y los puntos de envío/recepción tales como las tuberías y las terminales.

- Nodo de grupos de tanques

Se caracteriza por la acumulación de materia. Permite que varios tanques de almacenamiento asignados a la misma familia de productos sean agrupados, con el objeto de simplificar tanto la red como los cálculos. Sin embargo, no es necesario que estén agrupados, ya que un grupo de tanques puede consistir de un solo tanque.

- Nodo tipo Dummy

Este tipo de nodo no contiene ni tanques de almacenamiento, ni unidades o puntos de envío/recepción. Resulta muy útil crear nodos tipo Dummy entre dos nodos donde exista redundancia de información. Por ejemplo, flujos provenientes de diferentes unidades se pueden juntar en un calentador para alimentar una unidad contrareflujo. Un nodo tipo Dummy puede ser creado cuando los flujos de las unidades productoras son medidos, así como la alimentación a la unidad contrareflujo.

- Nodo externo

Un nodo externo es un nodo especial que no presenta acumulación de materiales, pero que presenta un vínculo con el mundo externo. Representa las entradas y salidas de la refinería (terminales, tuberías, camiones, etc...).

NOTA.- Existe también un nodo especial llamado "nodo de la refinería", el cual contabiliza todas las entradas y salidas de la refinería. Se encuentra dirigido por el programa, de tal manera que resulta completamente transparente para el usuario.

Un flujo representa el curso del material medido (o estimado) entre dos nodos de la red de la refinería. Existen 3 tipos de flujos:

- Flujos permanentes

Estos flujos evidentemente se encuentran permanentemente en la red. Entre estos pueden distinguirse 9 tipos, dependiendo de la fuente de medición.

CA : Flujo de sensor : flujo medido por un sensor del proceso.

ER : Flujo de envío/recepción : flujo hacia o desde un nodo, el cual es un punto de envío/recepción por medio de tren o camión.

PI : Flujo de tubería : flujo hacia o desde un nodo, el cual es un punto terminal de envío/recepción.

AP : Flujo de terminales : flujo hacia o desde un nodo, el cual es un punto de recepción y terminales.

BO : Etiqueta : flujo para un nodo que no está integrado por la computadora de proceso.

TR : Flujo de transferencia de tanque a tanque : flujo que representa un movimiento de material entre dos tanques.

ML : Flujo del mezclador : flujo que representa el movimiento de material desde un tanque de componente hacia un tanque de producto durante el mezclado.

DJ : Lectura del diferencial del flujo : flujo que sale de un nodo de grupo de tanque que representa su variación manométrica.

PE : Flujo perdido : flujo que sale de cada nodo (excepto de nodos externos y tipo Dummy) y que representa la pérdida estimada de materia en el nodo.

- Flujo temporal

Es un flujo tanque a tanque, el cual no está comúnmente construido en la red, pero que es creado automáticamente al detectarse una transferencia de tanque a tanque que no puede ser integrada por un flujo permanente tipo "TR" en la gráfica.

- Flujo del operador

Consiste en un flujo creado interactivamente por el operador de campo de GERA durante la fase de ajuste, con el fin de tomar en cuenta los movimientos no archivados.

a.3.3 INFORMACION DINAMICA

Comprende las variables básicas del tratamiento de balance global, por ejemplo, las características cuantitativas de los flujos.

Todos los flujos (permanente, temporal, del operador) están caracterizados por la cantidad que se encuentra en movimiento, expresada en términos de peso (toneladas) por su Incertidumbre asociada.

- Flujos permanentes

CA : El valor del flujo es la suma algebraica de las cantidades diarias medidas por cada sensor de proceso (ajustado o no) asociado con el flujo.

ER/PI/AP/ML/TR : El valor del flujo se obtiene por la acumulación diaria de los valores producidos desde el software de monitoreo de movimientos.

NOTA: Para todos los flujos de tipo TR, el método de medición está compuesto por fuentes de transferencia y puntos destino.

BO : El valor del flujo es alimentado por el operador de GERA durante la primera fase del ajuste de balance global.

DJ : El valor del flujo es igual a la diferencia entre la suma de las lecturas a 24 hrs y para todos los tanques del nodo de grupo de tanques y los últimos pesos válidos ajustados.

PE : Las pérdidas se estiman utilizando una fórmula asociada con cada entidad física (tanque o unidad) que después es integrada al nodo. Para las unidades ajustadas, la pérdida se calcula a cada activación del tratamiento local de ajuste. La pérdida se integra al final del día y las lecturas son cargadas al archivo de entradas de GERA.

- Flujos temporales

El valor es calculado de la misma manera que para los flujos de tipo "TR".

- Flujos del operador

Las características del flujo del operador (código de la fuente, código de destino, y valor) son alimentados por el operador de GERA durante la primera fase del ajuste de balance de materia.

Para cada una de estas variables, es posible distinguir 3 tipos de valores: "iniciales", "del operador" y "ajustados"; junto con una bandera que anota la validez de la variable en cuestión.

- Valores "iniciales"

Estos son valores integrados directamente en el proceso de integración.

Pueden ser:

- "Frescos" : estos valores son medidos por los dispositivos en tanques o por medidores de flujo que no sean unidades exteriores de flujo (camiones, tuberías, terminales). Son enviados tal como vienen sin un análisis previo, por lo que contienen grandes errores.
- Ajustados : Estos son los valores del flujo que conciernen a las unidades principales de la refinería (valores y desviaciones estándar) que resultan del tratamiento de ajuste local. Normalmente no contienen grandes errores, solamente errores finos que resultan de redondear a la unidad durante el tratamiento local de ajuste.
- Estimados : Estos son los valores de las pérdidas calculadas para cada nodo.

- Valores "del operador"

Estos valores son revisados y corregidos por el operador de GERA al compararlos con los datos expedidos por los diferentes departamentos de la refinería, con el objeto de corregir el balance de materia.

Para expresar el hecho de que una variable no debe ser incluida en el tratamiento de ajuste, aún cuando esté mostrada en la red (válvula cerrada, tanque vacío, etc...), se pueden distinguir dos estados : "on" / "off". Esto permite flexibilidad de operación en cuanto a que no se necesita tomar en cuenta una modificación en la red para la interrupción de una parte del proceso. Una variable en "off" es ejecutada simplemente desde el tratamiento de ajuste.

- Valores "ajustados"

Consisten en los resultados de los tratamientos de ajuste, llegando al balance ajustado. Estos valores, almacenados en la base de datos de la planta, son utilizados como referencia para posteriores tratamientos.

a.3.4 ASPECTO MATEMATICO

El tratamiento de ajuste constituye el corazón del software de GERA. Permite obtener una contabilidad global balanceada bajo constantes lineales, mediante el uso del método de mínimos cuadrados.

Todos los términos del balance envueltos en cada nodo forman un sistema de ecuaciones constituido por la matriz de incidencia y la solución del vector de balance. Las mediciones del lugar y el conocimiento de la precisión del instrumento proporcionan el vector de medición y el vector de incertidumbre. A través de estos datos, el tratamiento de ajuste proporciona como resultado el vector ajustado. Este es el vector de balance más cercano al verdadero (desconocido) vector de medición.

La utilidad de esta formulación consiste en que con la hipótesis de mediciones iniciales estadísticamente independientes, la solución teórica coincide con los valores más probables de las mediciones verdaderas. De esta forma, el tratamiento de ajuste es una herramienta para que las mediciones se vuelvan confiables.

a.4 ESTRUCTURA DEL SOFTWARE

a.4.1 PRESENTACION

Las principales funciones de la aplicación de GERA son :

- la adquisición de datos,

- el permitir que las mediciones en las unidades principales sean confiables (observador en tiempo real),

- el formatear datos de acuerdo con la estructura de la red de GERA (observador diario),
- el tratamiento de ajuste y reportes de pruebas,
- los diálogos de configuración de la gráfica de la red,
- los diálogos de operación de los balances diarios,
- el archivo de resultados,
- la utilización de los resultados del balance.

Esta descomposición funcional del software puede ser agrupada en 3 partes:

- La primera parte agrupa todo el desarrollo perteneciente a cada lugar y a sus características específicas. Incluye la adquisición de datos, recolección de datos confiables de la unidad y el formateo de datos para la entrada al ajuste. El software desarrollado será específico para cada lugar, ya que necesariamente debe estar unido al sistema de instrumentación.

- La segunda parte agrupa todas las partes comunes del software. Las especificaciones del desarrollo requieren instalación en 3 diferentes tipos de plataformas del hardware.

Está compuesto por:

- El observador diario del tratamiento de ajuste y los reportes de pruebas. A través del uso de FORTRAN estándar, se asegura la portabilidad de estos tratamientos realizados en la computadora de balance de materia.
 - Diálogos (configuración, operación, O/HM/unidad, guía del ingeniero de instrumentos, sistema). Estos diálogos son accedados desde las estaciones de trabajo (PC o compatibles). Son realizados utilizando un generador de operación OMNIS QUARTZ DBMS que opere bajo WINDOWS.
- La tercera parte concierne a la utilización de los resultados del balance de materia.

a.4.2 ADQUISICION DE DATOS

Las adquisiciones de datos representan la mínima recolección de datos requeridos para el tratamiento del balance de materia por el software de GERA. Se desempeñan en tiempo real y de una manera dispersa por un software instalado en varios lugares del sistema de instrumentación.

Los datos recolectados de esta manera, constituyen los archivos que son transmitidos al programa de balance una vez al día.

Los datos pueden provenir de tres sectores:

- las unidades : los datos de las unidades por medio del sistema de instrumentación son:
 - los valores del sensor acumulados durante el día,
 - los valores acumulados de los sensores recolectados cuando los flujos son conectados y los casos de operación son cambiados.

- movimientos del producto : datos recolectados al nivel del movimiento del producto, de acuerdo con :
 - la descripción de conexiones de tanques sucesivos,
 - la descripción cuantitativa y cualitativa de cada movimiento,
 - las existencias en los tanques a la hora 00:00 medida por los instrumentos.

- envíos/recepción : datos provenientes del software de monitoreo de los envíos/recepción, que corresponden a las características de transferencia en cada punto de envío/recepción (tren, caminos).

a.4.3 OBSERVADOR EN TIEMPO REAL

Presenta un doble papel:

- El primero es el ajuste local de las mediciones alrededor de las unidades. Este ajuste es posible gracias a los sensores de redundancia asociados con la unidad, que permiten que sean formuladas un grupo de evaluaciones (balance en peso, balance de entalpía, balance de componentes, etc...), y que debe coincidir con las mediciones ajustadas.

- El segundo consiste en la estimación realista de las pérdidas determinadas, usando la información de la Base de Datos.

En la práctica, el observador en tiempo real está compuesto por módulos de tratamiento de ajuste (DATREC), con un módulo por unidad, operando a un periodo fijo (por lo menos una corrida por hora).

Los datos que resultan del ajuste de las mediciones de las unidades guían la constitución de :

- un balance en tiempo real de la unidad accesada desde la Estación de Operación por los operadores de la unidad,
- una tabla con el balance diario acumulado que permita que el operador vea el balance al final de cada día,
- una tabla del estado del sensor útil para la planeación del mantenimiento de los instrumentos, y sobretodo para el monitoreo a través del tiempo de las correcciones de los parámetros de los instrumentos.
- un archivo que contenga los valores y la incertidumbre de las mediciones proporcionadas por los sensores ajustados, así como una estimación ajustada de las pérdidas por unidad.

a.4.4 OBSERVADOR DIARIO

Este bloque de tratamiento cubre todas las tareas que utilizan los diferentes datos proporcionados por :

- las mediciones "frescas" de los sensores del proceso,
- los módulos de adquisición de datos para los movimientos del producto, existencias en tanques y envíos/recepción,
- tratamientos de ajuste local alrededor de las unidades.

En particular, desempeña :

- la utilización de los resultados proporcionados por los ajustes locales,
- la concordancia entre las variables de la unidad y los flujos de la red,
- los cálculos de los diferenciales de las lecturas para cada grupo de tanques,
- el tomar en cuenta los movimientos de los productos,
- el tratamiento de los interruptores de flujo y cambios en los casos de operación,
- el tratamiento de los flujos temporales,
- el cálculo de las pérdidas para los nodos de grupos de tanques,
- el cálculo de la incertidumbre relacionada con los flujos,
- la impresión de reportes para mezclado, cambios en los casos de operación y flujos temporales,
- el formateo de datos con miras al tratamiento de ajuste.

a.4.5 TRATAMIENTO DE AJUSTE Y REPORTE DE PRUEBAS

El tratamiento de ajuste constituye el corazón del software de GERA. Permite obtener una contabilidad global balanceada bajo constantes lineales, mediante el uso del método de mínimos cuadrados.

Además, prepara los datos, ejecuta el tratamiento de ajuste, órdenes y almacena los datos en un archivo de trabajo para la intervención del operador de GERA, imprime los reportes de las pruebas y archiva los balances ya válidos en un archivo histórico.

Un reporte de resultados acompaña cada corrida del tratamientos de ajuste.

En particular, proporciona las desviaciones e Índice de fallas para cada nodo, así como el operador inicial y los valores ajustados para todas las variables relevantes del nodo en cuestión, constituyendo de esta forma una ayuda muy útil para el operador de GERA para así formular un balance válido.

Este reporte puede ser :

- parcial, presentando los elementos seleccionados por el operador. Los reportes parciales pueden ser desempeñados después de cada iteración del tratamiento de ajuste en la fase de ajuste.
- total, presentando todos los resultados del balance. Este es el mínimo para la primera corrida del tratamiento y para la última corrida que acompaña a la validación y archivo del balance.

a.4.6 DIALOGOS

Los diálogos forman la interfase entre la aplicación de GERA y sus usuarios.

Estos usuarios son :

- el operador de GERA, quién configura la red y realiza el ajuste del balance diario,
- los departamentos de Proceso, Programación y Operación, quienes despliegan los datos resultantes de los tratamientos de GERA y verifican la compatibilidad de las redes con la realidad del proceso,
- cualquier usuario autorizado, quién con la ayuda de una hoja de cálculo, puede preparar su propio reporte usando los datos almacenados en la base de datos de la planta.

Con el fin de asegurar que el software sea portátil en los diferentes lugares y el proveer una interfase lo suficientemente amigable, todos los diálogos están asegurados por las estaciones de trabajo MiS mediante un sistema estándar de manejo de datos.

Estos generadores de operación OMNIS QUARTZ DBMS utilizan la interfase estándar de WINDOWS, diseñada para utilizarse con un "mouse".

Tanto el uso de la interfase WINDOWS como el del mouse, permiten que el software sea utilizado por cualquier usuario no especializado en computación.

a.4.6.1 Configuración

Estos diálogos permiten que el operador de GERA constituya todos los datos estructurales ligados a GERA, así como su diaria modificación y adaptación a condiciones reales de operación.

Las funciones básicas pueden asignar las diferentes entidades de GERA : nodos, flujos, sensores, tanques, unidades.

Estas son :

- creación de la entidad con la adquisición de datos que la caracterizan.
- modificación o eliminación de la entidad,
- desplegado o impresión de sus características.

En particular, es en este nivel que se define lo siguiente :

- para los sensores, las uniones entre las mediciones tratadas por los tratamientos de ajuste local y los flujos de GERA,
- para las pérdidas, los métodos de estimación y posiblemente, las fórmulas de cálculo asociadas.

Todas las modificaciones de la red y entidades estructurales pueden ser almacenadas, desplegadas o impresas en cualquier momento.

a.4.6.2 Utilización de los diálogos

Estos diálogos permiten que el operador de GERA ajuste diariamente los balances de materia.

Muchas fases del tratamiento de ajuste se desarrollan de esta manera hasta que se obtenga un balance satisfactorio. En ese momento, el operador valida este balance y constituye el balance definitivo para el día en cuestión.

Las principales funciones disponibles para esta labor son las siguientes :

- Función de "Ajuste"

Esta función permite que el operador :

- Ajuste los valores del flujo, diferencial de las lecturas y variables perdidas, con el fin de obtener un balance global "balanceado".
- Desempeñe las modificaciones temporales de la red de la refinería, con el fin de adaptarla al estado corriente de la refinería. Estas modificaciones conciernen al estado de los nodos (on/off) y a la dirección (creación, modificación, eliminación) de los flujos del operador.

- Función de "Reconciliación"

Esta función permite que el operador :

- Comience el tratamiento de ajuste en el día en que está siendo tratado.
- Valde y archive el último balance global.

- Función de "Reporte de pruebas"

Esta función permite que el operador :

- Defina los reportes parciales. Al final de cada tratamiento de ajuste, se imprimen solamente los nodos especificados durante la definición de los reportes parciales.
- Despliegue el último balance ajustado.
- Imprima el balance ajustado en un formato predefinido.

El acceso a estos diálogos está estrictamente controlado por el sistema de clave de acceso, particularmente para las funciones ligadas a la modificación de la gráfica y a la validación del balance.

a.4.7 ARCHIVO DEL BALANCE VALIDO

La base de datos de los resultados de GERA está compuesta por la historización de los valores de las variables del balance válido y está integrada en la base de datos de la planta.

La función de archivar es inicializada por el operador de GERA desde el bloque de diálogo del operador. En todos los casos está precedida por el tratamiento de ajuste de datos y posteriormente por los reportes finales.

La función archiva cada una de las variables de la gráfica, tanto para el día como para el mes en cuestión. Además, archiva los valores de las lecturas, pérdidas, flujos de flujo temporal y flujos del operador, en la base de datos de la planta.

Los valores mensuales están establecidos como la suma de los valores mensuales en el caso de los flujos y las pérdidas, y para las lecturas como el final de los valores mensuales de la lectura.

Esta función genera sus propios valores mensuales o puede utilizar las capacidades del supervisor.

a.4.8 UTILIZACION DE LOS RESULTADOS

Los reportes finales inducidos por GERA (estado de las existencias, balances de las unidades, balance de la producción, etc...) no constituyen las funciones directamente ligadas al software del balance.

Mediante la utilización de la hoja de cálculo ligada a la base de datos, cualquier usuario puede definir sus propios reportes, mezclando la información proveniente de diferentes fuentes.

Los operadores de la planta pueden acceder también fácilmente :

- balances por unidad,
- monitoreo de los instrumentos,
- monitoreo de las lecturas,
- monitoreo de las pérdidas,

mediante la definición previa de los reportes correspondientes.

B) ALGOBAC: SISTEMA DE DATOS DE TANQUES Y MONITOREO

ALGOBAC mantiene y despliega todos los datos relacionados con los tanques que requieren el operador y otras partes del sistema. También monitorea las condiciones desusuales de cada tanque y su equipo asociado para reportarlas y mostrar las alarmas en la tanquería.

El dato del tanque es mantenido en un formato común y es presentado al operador en forma de desplegados estandarizados. Existe un desplegado para cada tanque o equipo de almacenamiento en la refinería que despliega todos los datos relevantes. Los datos son una combinación de datos tomados y de valores calculados.

Los datos son leídos desde varias partes del sistema DCS. Algunos de estos datos son:

- Medición del nivel o del peso.
- Temperatura.
- Todos los switches de alarmas de nivel.
- Todas las posiciones asociadas de las válvulas.
- Datos de especificación de laboratorio.
- Estado del mezclador (si se encuentra disponible).

En base a estos datos se realizan varios cálculos y chequeos por medio de programas que se encuentran relacionados a cada tanque. Algunos de los cálculos realizados son:

- Volumen a partir de la medición del nivel o del peso.
- Volumen a temperaturas estándar.
- Tiempo para alarmas basado en el flujo corriente y en la capacidad disponible, o en el volumen disponible del producto.

- Masa basada en la densidad.
- Ullage disponible basado en el volumen corriente.
- Estado de los tanques (llenado, vaciado, inactivo) basado en la variación del nivel.

Los programas asociados también desarrollan las siguientes verificaciones en los tanques y valores asociados:

- Verificar todas las alarmas de nivel y temperatura.
- Verificar la variación del nivel en relación a los flujos medidos.
- Monitorear valores clave usados por el sistema de movimiento de materiales (MMS) para las alarmas.

A pesar de que el módulo ALGOBAC se puede desenvolver como paquete individual, se pueden utilizar interfaces para el sistema de movimiento de materiales y para el módulo de balance de materia, GERA, con el fin de obtener interconexión y facilidad al compartir datos.

C) SISTEMA DE MOVIMIENTO DE MATERIALES

El sistema de movimiento de materiales automatiza el alineamiento de los tanques y realiza la secuencia de los siguientes tipos de movimiento. Cada tipo de movimiento es realizado con un módulo de software separado dentro de la estructura de trabajo del sistema global de movimiento de materiales.

Tipo de movimiento	Módulo de software
Tanque a tanque	Supervisor de movimientos en tanques TMS
Tanque a mezclador y mezclador a tubería	Supervisor de movimientos en mezclado BMS (futuro)
Tanque a tubería y viceversa	Supervisor de movimientos en tuberías PMS

Descripción funcional de los módulos:

- Selección preconfigurada de rutas basada en origen y fuentes de movimientos.
- Revisión y alarmas de movimientos.
- Flexibilidad de selección manual de elementos claves.
- Ejecución automática de secuencias.
- Revisión cruzada de flujo contra variaciones en niveles de tanque.
- Revisión de contaminación y compatibilidad de materiales.
- Definición y ejecución de iluminación de líneas.
- Reporte de movimientos.
- Interfase con GERA.
- Revisión de interlocks.
- Suspensión de movimientos por condiciones de alarmas críticas.
- Prevención de inicio de movimiento debido a posición incorrecta de equipo.
- Paro de emergencia.
- Desplegados para definición y monitoreo de movimientos.
- Interfase con ALGOBAC.

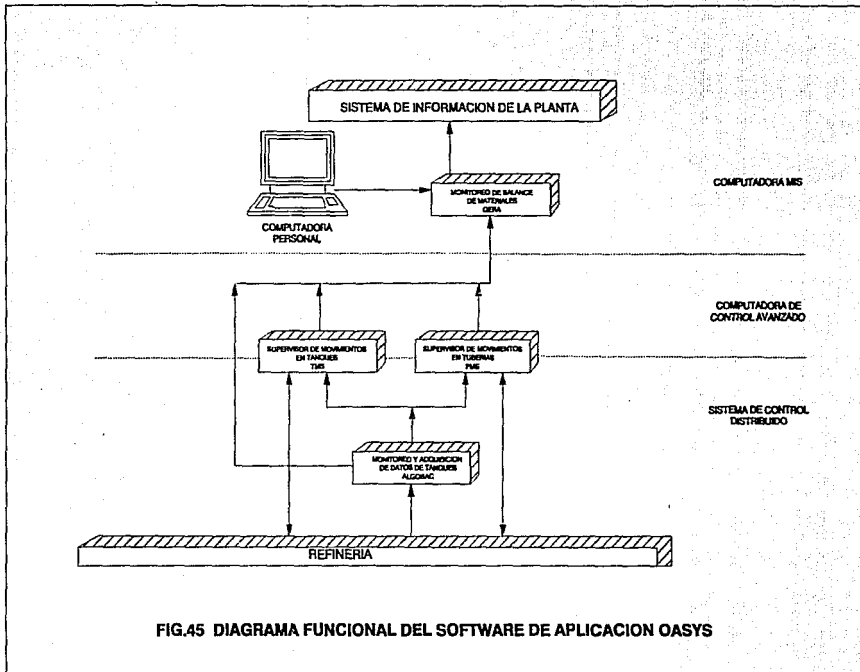


FIG.45 DIAGRAMA FUNCIONAL DEL SOFTWARE DE APLICACION OASYS

CAPITULO 4

CONCLUSIONES

La industria petroquímica siempre se ha caracterizado por sus dinámicas y a menudo impredecibles condiciones de mercado. Esto, aunado a la fuerte competencia internacional que enfrenta la industria mexicana de la refinación debido a las perspectivas que presenta el Tratado de Libre Comercio, ha conllevado a la búsqueda de nuevas propuestas para modernizar las unidades de refinación, llevándolas a niveles que permitan enfrentar la próxima competencia internacional.

De todo lo anterior, se desprende la importancia de implementar en las refinerías un sistema como el planteado en este trabajo, el cual automatice el cálculo del balance másico global con un sistema que permita lograr una mayor confiabilidad en los datos, cálculos y oportunidad de los reportes.

El sistema propuesto presenta las siguientes características generales:

- Monitoreo en tiempo real.
- Distribución geográfica y funcional.
- Integración de sistemas de comunicaciones digitales.
- Alta capacidad de procesamiento.
- Redundancia.

La adecuada especificación de los sistemas de comunicación de datos, adquisición de datos, procesamiento de información y redes de comunicación constituye un elemento clave que permite automatizar las funciones de monitoreo y cálculo del balance másico global de la refinería.

BENEFICIOS

Los principales beneficios que aportaría el programa de proyecto propuesto son los siguientes:

- Evitar grandes pérdidas económicas derivadas de considerar válidos valores aproximados en los balances globales de la planta.
- Inferir las producciones individuales necesarias por cada planta y así alcanzar la producción deseada de un producto en particular.
- Elevar la rentabilidad en la obtención de productos y de esta manera evaluar las utilidades obtenidas durante el proceso.
- Optimizar cálculos en las unidades de proceso.
- Facilitar la planeación del almacenamiento de productos intermedios y finales.
- Conocer las pérdidas y consumo de los servicios.
- Servir como plataforma para la ejecución de programas gerenciales de alto nivel.
- Su arquitectura sirve como base para realizar otros proyectos, como son los balances básicos entre plantas o el proyecto de mezclado en línea de productos, los cuáles ofrecen grandes beneficios económicos para cualquier unidad de refinación.
- Confiabilidad en el cálculo del balance de materia periférico del 99.98%.
- Exactitud en el cálculo del balance de materia periférico del 99.69%.

Algunos datos económicos que ayudan a visualizar más claramente los beneficios económicos que esta propuesta ofrece son los siguientes:

- Tiempo de recuperación de la inversión de 16 a 60 días, en función del programa final de ejecución.
- Rendimiento por ahorro de alrededor de 300,000 dólares diarios.
- La ejecución de un proyecto apegada a los diseños de ingeniería presentados en este trabajo, conlleva un costo total de alrededor de 7 millones de dólares, erogándose en un período de 31 meses.

Los factores que se requieren para que un proyecto de esta naturaleza resulte exitoso son los siguientes:

- Una ingeniería de conceptualización adecuada y acoplada a las características propias de cada unidad de refinación.
- La adecuada especificación e instalación de los instrumentos.
- Una eficiente ingeniería de integración del proyecto.

La ingeniería de integración constituye una parte fundamental para el éxito del proyecto, debido a la gran diversidad de equipos, instrumentos, sistemas y firmas de ingeniería necesarios para la realización del mismo.

Todo lo anterior nos permite concluir que el uso de las herramientas de automatización, aunado a una adecuada ingeniería de integración conforman una de las alternativas más viables para elevar los niveles de competitividad en la industria petroquímica nacional.

BIBLIOGRAFIA

- Abogado Valdés M., Picazo Córdova Ma. Delta, Bremauntz Michavila A.
"MEDICION DE BALANCES MASICOS GLOBALES EN UNA UNIDAD DE REFINACION"
Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQ), Octubre 1992
México, D.F.
- Kane Les
"SELECTING A DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM"
Hydrocarbon Processing, February 1990.
- Black Uyless
"REDES DE COMPUTADORAS: protocolos, normas e interfases"
Macrobitt Editores, S.A. de C.V., 1990
México, D.F.
- "DISTRIBUTED CONTROL SYSTEMS MANUAL"
Applied Digital Research, Inc., 1990
Houston, Texas, U.S.A.
- "STANDARDS AND RECOMMENDED PRACTICES FOR INSTRUMENTATION AND CONTROL: Reference guides for instrumentation and control"
Instrument Society of America, 10th Edition, 1990
North Carolina, U.S.A.
- "VAX SYSTEMS AND DEC SYSTEMS: Systems and Options Catalog"
Digital Equipment Corporation, 1991
U.S.A.
- "FLEX TRAINING STUDENT WORKBOOK: Universal Station Implementation-PM"
Honeywell Inc., 1989
Phoenix, Az., U.S.A.

- "INDUSTRIAL AUTOMATION AND CONTROL: Honeywell TDC-3000 System:
 - TDC 3000 System Technical Data SW03-300 9/90
 - Process Manager Specification and Technical Data UC03-300 6/90
 - Communications Link Module and Tiway Interface Specification and Technical Data TI03-300 6/91
 - Local Control Network Specification and Technical Data LC03-300 12/90
 - Universal Control Network Specification and Technical Data UN03-300 12/90
 - Universal Station Specification and Technical Data US03-300 12/90
 - Serial Interface IOP and FTA-R400 APM

- "PROFIMATICS' OFFSITES AUTOMATION SYSTEM "OASYS" GENERAL DESCRIPTION"

Profimatics Inc., 1990
 Thousand Oaks, Cal., U.S.A.

- "PROFIMATICS' MATERIAL BALANCE AND DATA RECONCILIATION SOFTWARE GENERAL DESCRIPTION"

Profimatics Inc, 1990
 Thousand Oaks, Cal., U.S.A.

- Nacif Narchi José

"INGENIERIA DE CONTROL AUTOMATICO (Instrumentación Industrial)"
 Tomo I y Tomo II
 L.A. Ilustración S.A., 1981
 México, D.F.

- Harlan, Poche

"FIBER OPTICS: CHARACTERISTICS AND APPLICATION"
 Hydrocarbon Processing, May 1990.

- "FLOW MEASUREMENT: Practical guides for measurement and control"

D.W. Spitzer, Editor, 1991, Instrument Society of America
 North Carolina, U.S.A.