

6
Zeje.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

SISTEMA DIGITAL DE CONTROL BASADO EN UN PLC
PARA AUTOMATIZACION DE INSTALACIONES DE
PRODUCCION COSTA AFUERA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A N :
JOSE GABRIEL CARREON TEJADA
IVAN JOSE ZAVALZA RAMIREZ



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1994



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

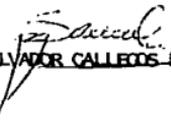
Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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 SEGUN EL TEMA:

PRESIDENTE: ING. SALVADOR CALLEDOS RAMALES
VOCAL: M.en C. ALEJANDRO RUIZ CANCINO
SECRETARIO: ING. RAFAEL COELLO GARCIA
SUPLENTE: ING. FLORA ANTOR HERNANDEZ
SUPLENTE: ING. ANDRES AQUINO CANCHOLA

ASESOR DEL TEMA


ING. SALVADOR CALLEDOS RAMALES

SUSTENTANTE


C. IVAN JOSE ZAVALZA RAMIREZ

SUSTENTANTE


C. JOSE GABRIEL CARREON TEJADA

A mi madre la Sra. Guadalupe Tejada B. con profundo cariño y eterno agradecimiento por su apoyo incondicional.

A mis hermanos, sobrinos y familiares por toda la confianza que depositaron en mí.

A Eva con todo mi amor, por compartir conmigo la vida y brindarme su ayuda, comprensión y cariño.

A mi pequeño bebe que aún palpita en las entrañas de su madre y en quien pongo todas mis ilusiones.

A todos los amigos y compañeros que he tenido a lo largo de mi existencia por todo lo que ellos significa.

A todos los maestros que han contribuido en mi formación académica.

A la Universidad Nacional Autónoma de México con respeto por ser mi alma mater y en especial a la ahora Facultad de Estudios Superiores

"ZARAGOZA"

Por sus valiosas enseñanzas.

GABRIEL

SRA. ALICIA RAMIREZ TALAIS VDA. DE ZAVALZA.

A MI MADRE

A quién me dió la vida
y me forjó,

Pués me brindó educación,
y me enseñó a trabajar,

A ti mamá, que con tu
intachable ejemplo y
sabios consejos me guiaste
a través de la vida hasta
convertirme en hombre,

Aquí te entrego el esfuerzo de
tu trabajo realizado en esta
tesis y te agradezco infinita-
mente, por lo que te digo que
te quiero y respeto para siempre

LUCIA

Mi compañera.

Estos esfuerzos realizados
son producto de mi interés
por darte lo mejor de mí,
son producto de mi amor
por ti.

HERMANOS

Con quien he compartido tanto
y en quien mis mejores recuerdos
y memorias siempre están presentes

ARISTIDES LEONARDO,
HELIO JUVENAL

IVAN

Dedicamos este trabajo a la memoria
de nuestro entrañable amigo
el Ing. Pedro Luis León Ojeda,
Q.E.P.D.

Especial agradecimiento al Ing.
Salvador Callegos Ramales por
la dirección y apoyo en la -
elaboración de esta tesis.

Agradecemos sinceramente a los
miembros del jurado:

M.en C. Alejandro Ruiz Cancino
Ing. Rafael Coello García
Ing. Flora Antor Hernández
Ing. Andres Aquino Canchola.
Por la revisión y las sugerencias
realizadas para el mejoramiento -
de este trabajo.

Agradecemos al Ing. Ignacio Carbajal C.
y al Ing. Ricardo Hernández Báez
por sus valiosos comentarios para el
enriquecimiento del presente trabajo.

Agradecemos al Departamento de
Automatización del I.M.P. por
las facilidades proporcionadas para
el desarrollo de esta tesis.

Agradecemos a todas aquellas personas
que de alguna manera colaboraron en
la elaboración de este trabajo

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza la implementación de un sistema digital de control para la automatización de una plataforma de producción, enlace y compresión.

Para ello se lleva a cabo la descripción de las características de la plataforma, así como el tipo de proceso a controlar, ya que esto es fundamental para el desarrollo de la ingeniería.

Posteriormente se describen las partes fundamentales de un Controlador Lógico Programable (PLC), así como sus características y funciones. También se hace mención de los equipos a través de los cuales el operador interactúa con el sistema, ya sea para programarlo, tomar acciones de control o simplemente recibir información del proceso.

Se aborda el punto de los tipos de comunicación entre dichos equipos y el sistema de control.

Con este respaldo se determinan las características que deberá tener el sistema digital de control que operará en la plataforma y se desarrollan los documentos y diagramas de ingeniería necesarios, tanto para su instalación, como para su programación de acuerdo a las características y requerimientos del proceso.

Por último se dan algunas recomendaciones para el mantenimiento y puesta en marcha del sistema.

INDICE

INTRODUCCION	...	7
CAPITULO I	ANTECEDENTES	
1.1 Evolución de la instrumentación y control.	...	10
1.2 Reseña sobre los sistemas digitales de control.	...	25
1.3 Historia de los controladores programables.	...	30
CAPITULO II	INSTALACIONES DE PRODUCCION	
2.1 Antecedentes.	...	39
2.2 Justificación de la automatización de plataformas mediante un sistema digital de control.	...	46
2.3 Bases de diseño.	...	48
2.4 Descripción del proceso.	...	55
2.5 Descripción operacional del control de proceso.	...	60
CAPITULO III	DESCRIPCION DEL CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE	
3.1 Principios de operación.	...	66
3.2 Unidad Central de Procesamiento (CPU).	...	68

3.3 Memorias y sus tipos.	...	72
3.4 Sistema de alimentación.	...	80
3.5 Sistema de entradas y salidas.	...	81

CAPITULO IV INTERFAZ HOMBRE-MAQUINA

4.1 Equipo periférico.	...	92
4.2 Programador de tubo de rayos catódicos.	...	93
4.3 Mini-programadores.	...	96
4.4 Cargador de programas.	...	98
4.5 Memoria de arranque.	...	101
4.6 Computadoras.	...	101

CAPITULO V DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ENTRADAS Y SALIDAS

5.1 Comunicaciones.	...	103
5.2 Sistema de adquisición de datos y registro de eventos.	...	120
5.3 Arquitectura de un sistema digital de control.	...	132

CAPITULO VI CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DIGITAL DE MONITOREO Y CONTROL QUE OPERARA EN LA PLATAFORMA DE PRODUCCION ENLACE Y COMPRESION

6.1 Hardware del SDMC.	...	139
------------------------	-----	-----

6.2 Software del SDMC.	... 151
6.3 Capacidad del sistema.	... 168
6.4 Documentos representativos del programa de control del PLC.	... 169

CAPITULO VII CONSIDERACIONES DE OPERACION

7.1 Entrenamiento.	... 179
7.2 Pruebas.	... 180
7.3 Mantenimiento.	... 181
7.4 Partes de repuesto.	... 185
7.5 Instalación y puesta en marcha.	... 186

CONCLUSIONES.	... 193
---------------	---------

APENDICE A.	... 196
-------------	---------

APENDICE B.	... 200
-------------	---------

BIBLIOGRAFIA.	... 204
---------------	---------

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Sistema de adquisición de datos.	... 14
---	--------

Figura 1.2	Etapas de adquisición de datos.	...	16
Figura 1.3	Sistema de control digital directo.	...	17
Figura 1.4	Lazo de control retroalimentado.	...	19 y 20
Figura 2.1	Plataforma de producción enlace y compresión.	...	43
Figura 2.2	Instrumentación de campo.	...	52 y 53
Figura 2.3	Sección de separación.	...	56
Figura 2.4	Diagrama de flujo de proceso.	...	59
Figura 2.5	Diagrama de tuberías e instrumentación.	...	64
Figura 3.1	Diagrama de bloques de un controlador lógico programable.	...	66
Figura 3.2	Diagrama de bloques del CPU.	...	67
Figura 3.3	Sistema de entradas y salidas.	...	82
Figura 3.4	Diagrama de bloques del circuito ^d de entrada CA/CD.	...	84
Figura 3.5	Circuito de entrada de CA/CD típico.	...	85
Figura 3.6	Diagrama de bloques del circuito de salida de CA.	...	86
Figura 3.7	Circuito típico de salida de CA.	...	87
Figura 3.8	Circuito típico de salida de CD.	...	88
Figura 3.9	Circuito típico de salidas de contactos.	...	89

Figura 4.1	Programador de Tubo de Rayos Catódicos (CRT) ...	94
Figura 4.2	Mini-programadores. ...	97
Figura 4.3	Cargador de programas con grabador. de cassette	99
Figura 5.1	Topología de redes de área local.	111
Figura 6.1	Estación de control mostrando CPU's y módulos de entrada/salida analógicos y digitales.	141
Figura 6.2	Tarjetas de los módulos de entrada y salida.	144
Figura 6.3A	Consola del operador con estaciones de trabajo.	149
Figura 6.3B	Unidad de video, teclados e impresor de reportes.	150
Figura 6.4	Desplegados de menús.	156 y 157
Figura 6.5	Desplegados detallados de proceso.	158, 159 160 y 161
Figura 6.6	Parámetros de entonamiento (controlador PID)	165
Figura 6.7	Desplegado de tendencias.	167
Figura 6.8	Diagrama lógicos de control, (simbología).	170
Figura 6.8A	Diagrama lógicos de control.	171
Figura 6.9	Diagrama de escalera, (simbología).	173

Figura 6.9A	Diagrama de escalera.	... 174
Figura 6.10	Base de datos, señales digitales.	... 176
Figura 6.10A	Base de datos, señales analógicas.	... 177
Figura 7.1	Topología del sistema.	... 188
Figura 7.2	Arquitectura del sistema.	... 189
Figura 7.3	Diagramas de alambrado de entradas y salidas	... 190
Figura 7.4	Diagramas de instrumentación, (simbología).	... 191
Figura 7.4A	Diagramas de instrumentación.	... 192
Figura A	Circuito de control.	... 197

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1	Dispositivos discretos de entrada/salida.	... 83
Tabla 3.2	Voltajes de alimentación en interfases de entrada/salida.	... 83

INTRODUCCION

La importancia que tiene actualmente el control automático aplicado a los procesos, es debido a que estos se controlan con mayor precisión para dar productos más uniformes y de mayor calidad, así también se tienen grandes ventajas en operaciones remotas peligrosas o rutinarias. Para el control automático se están utilizando computadoras en la operación y el control de procesos, muchas veces procesos demasiado grandes o complejos para que puedan ser regulados de un modo eficaz por medio del control humano, los beneficios económicos que se obtienen incluyen la reducción de los costos de operación, mantenimiento y el producto fuera de especificaciones, junto con el mejoramiento de la funcionalidad del proceso y una mayor producción.

En base a lo anterior se hace evidente la necesidad de tener un concepto más amplio de un sistema de control automático, es así que el propósito del presente trabajo es describir las características más importantes de un sistema digital de control basado en un controlador lógico programable, y aplicar estos conceptos en la automatización de un proceso, en éste caso en una instalación de producción costa afuera, para llevar acabo esto se planteará un proceso y se desarrollarán los documentos de ingeniería que sirvan para la implementación del software de control, así como la instalación del SDC.

El trabajo se desarrollará de la siguiente manera;

Primeramente se describirá la evolución de la instrumentación y el control, haciendo hincapié en las distintas formas de filosofías de control, las ventajas que se obtienen de la aplicación del control digital, y de los controladores programables.

En seguida se describirá el área en donde tendrá lugar la automatización propuesta. Se dará la justificación del porqué de un sistema digital de control en una plataforma costa afuera y se plantearán las bases de diseño sobre las que se desarrollará el proceso de aplicación.

Posteriormente se explicarán las características que conforman un Controlador Lógico Programable (PLC), los equipos periféricos que permiten acceder al hombre con la máquina, los sistemas de entradas y salidas que permiten la comunicación entre dispositivos, la arquitectura de un sistema digital de control y los elementos básicos por los que está compuesto.

Por último se especificará las características del hardware y el software que tendrá el sistema digital de monitoreo y control aplicado a una plataforma de producción, y se plantearán aspectos para considerar en la instalación, puesta en marcha y operación del Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMC).

Para finalizar se darán conclusiones de los resultados obtenidos de éste trabajo.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1 EVOLUCION DE LA INSTRUMENTACION Y CONTROL.

Se puede considerar que la instrumentación y control automático nace en el año 1789 con la invención de un regulador automático para la admisión de vapor a la máquina de vapor, ambos inventados por James Watt. De este año a la fecha, la instrumentación y control automático de los procesos han pasado por las siguientes etapas:

1° La instrumentación antes del año 1920.

En esta etapa, la instrumentación y control de los procesos industriales se reducía a una simple indicación local de las diferentes variables de proceso y a su corrección manual por medio del elemento final de control.

Las desventajas de este tipo de instrumentación eran las siguientes:

- Muy poca exactitud en la medición y control.
- Mala calidad en los productos terminados.
- Grandes dificultades en el manejo de la información.
- Poca seguridad de los operadores.

2° La instrumentación del año 1920 a 1950. En esta etapa, se desarrolla la instrumentación mecánica y neumática, permitiendo la construcción de cuartos de control adyacentes al proceso, en donde es posible centralizar los instrumentos de control y registro

necesario en el proceso.

Algunas de las desventajas de este tipo de instrumentación son las siguientes:

- Poca exactitud en el control.
- Poca calidad en el producto terminado.
- Frecuente descalibración de la instrumentación.
- Dificil entonamiento de los controladores.
- Dificil mantenimiento.

3° La instrumentación del año 1950 a 1960.

En esta década se desarrolla la instrumentación electrónica pero con grandes limitaciones, principalmente por el tipo de componentes utilizados (bulbos), ya que entre otras cosas ocupan gran espacio, manejaban altos voltajes, consumían mucha energía y eran muy frágiles.

4° La instrumentación del año 1960 a 1970.

En esta etapa se desarrolla la instrumentación electrónica del estado sólido (transistores), del tipo analógica, con la consecuente miniaturización del equipo electrónico, lográndose con esto incrementar la información del proceso por área determinada en los tableros de control.

Algunas de las desventajas de este tipo de instrumentación son:

- Problemas de antropotecnia.

- Problemas en el alambrado.
- Deficiente manejo de la información.
- Dificultad en el entonamiento de los controladores.
- Frecuente y difícil mantenimiento.

5° La instrumentación del año 1970 a la fecha.

Desde el año de 1970 se ha venido desarrollando la instrumentación electrónica de estado sólido de tipo digital. En la década de los 80's las características principales fueron:

- Arquitectura de computadora centralizada.
- Arquitecturas cerradas, sin normas.
- Programación y señales de operación específicas para el diseño de la plataforma base.
- Hardware, Software y redes de comunicación son propias de la plataforma base, esto es, las características del equipo seleccionado (plataforma base) son propias del fabricante que proporciona el equipo.
- Cambios difíciles en la plataforma base.
- Difícil de actualizar.

Las características de la instrumentación de tipo digital en la década de los 90's son las siguientes:

- Hardware y software con normas estandarizadas.
- Redes de trabajo y de áreas locales estandarizadas.
- Normas para interfaz hombre/máquina.

- Integración de PLC's.
- Apoyo para entradas/salidas con controladores inteligentes.
- Independencia de plataformas.
- Arquitectura abierta.
- Funciones combinadas, como SCADA (control supervisorio y adquisición de datos)/DCS (sistema digital de control)/GIS (sistema geográfico de información).

Las filosofías de control que se han venido aplicando con la instrumentación de tipo digital son las siguientes:

- a) Sistemas de adquisición de datos.
- b) Sistemas de control digital directo.
- c) Sistemas de control supervisorio.
- d) Sistemas de control avanzado.

Los cuales se describen brevemente a continuación.

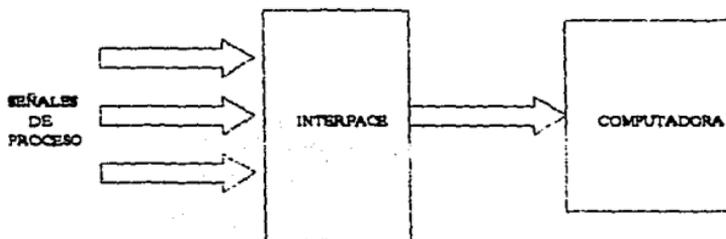
a) SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS.

El primer nivel de automatización es la adquisición de datos.

Este nivel comprende las funciones de medición, transmisión, manipulación, conversión y almacenamiento de los valores de las variables de proceso.

Las funciones de la adquisición de datos corresponden a aquellas tradicionalmente realizadas por la instrumentación, por lo que engloba a los elementos primarios de medición, los transmisores de señal y los elementos finales de control.

Esta filosofía de control utiliza la instrumentación electrónica de tipo analógico y/o digital para el control automático del proceso y en forma paralela, las señales de los transmisores de campo son enviadas a los controladores (indicadores y/o registradores) y a una computadora, la cual recibe en forma precisa, explícita y ordenada la información del proceso, ver figura 1.1. La computadora a su vez entrega esta información (datos) al operador a través de convenientes interfaces hombre-máquina, eliminando así los problemas en el manejo de la información.



SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS

FIGURA 1.1

Como la computadora está recibiendo las señales del proceso en forma paralela a los controladores no se tendrá ninguna influencia sobre el proceso, ya que la computadora en este tipo de filosofía

trabaja en línea de circuito abierto.

Adicionalmente a estos elementos de funciones de adquisición de datos contemplan el uso de algún sistema digital que permite la conversión analógico/digital, el acondicionamiento y almacenamiento de las variables.

De forma general la adquisición de datos desempeña la función de interface del sistema de control con el proceso por lo que su objetivo es el de recibir y procesar la información que el sistema requiere para ejecutar sus funciones.

La información de este nivel proviene fundamentalmente de dos fuentes:

- Variables analógicas.
- Variables digitales.

Las variables analógicas más usuales en los procesos industriales son:

- Flujo.
- Presión.
- Temperatura.
- Nivel.
- Composición.

Por otro lado las variables digitales normalmente representan situaciones de paro y arranque de equipos, estado de válvulas de

correspondiente a la detección de condiciones anormales en las variables analógicas.

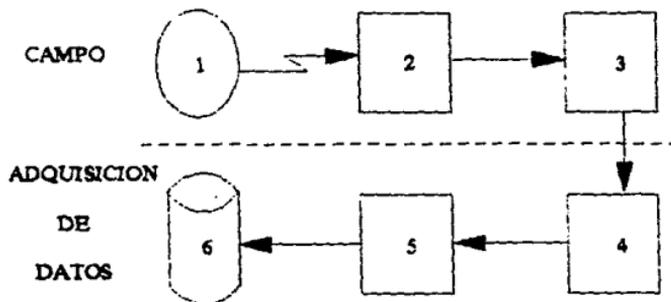
Gracias a la tecnología digital el desarrollo de las herramientas de la adquisición de datos ha tenido un gran impulso.

En la actualidad la precisión, confiabilidad y otros factores han llegado a límites difícilmente predecibles en el pasado.

Dentro de estos avances podemos mencionar los siguientes como ejemplos representativos:

- Medidores-transmisores de flujo másico.
- Transmisores inteligentes.
- Analizadores continuos, etc.

Podemos resumir funciones de adquisición de datos en el siguiente esquema:



- | | |
|-----------------|--------------------------------------|
| 1.- PROCESO | 4.- CONVERSION Y ACONDICIONAMIENTO |
| 2.- MEDICION | 5.- ESTRUCTURACION DE DATOS |
| 3.- TRANSMISION | 6.- ESTRUCTURACION DE BASES DE DATOS |

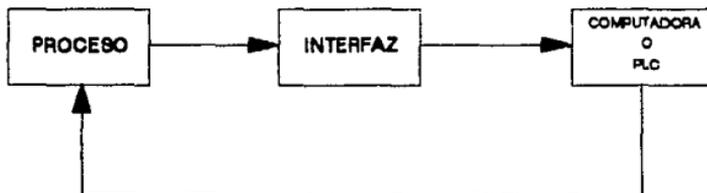
FIGURA 1.2

b) SISTEMA DE CONTROL DIGITAL DIRECTO (CONTROL REGULATORIO Y LOGICO SECUENCIAL).

En esta filosofía de control existe una computadora que realiza directamente el control automático o también se puede utilizar el controlador lógico programable "PLC", para controlar automáticamente el proceso. Es decir, en este tipo de filosofía se incorpora la memoria ya sea de la computadora o la del PLC para realizar algoritmos de control (CONTROL REGULATORIO), o secuencias lógicas de control (CONTROL LOGICO SECUENCIAL).

En los sistemas de control digital directo, las señales de proceso son recibidas por el sistema por convenientes interfaces y después de ser procesadas son enviadas a los elementos finales de control, ver figura 1.3

En este tipo de filosofía si la computadora o el PLC falla se perdería el control automático del proceso, ya que se encuentran en circuito cerrado con el proceso, por lo que se hace necesario tener otro u otra de respaldo.



SISTEMA DE CONTROL DIGITAL DIRECTO

FIGURA 1.3

b.1) Control regulatorio

Objetivo:

Minimizar el error entre el valor de una variable de proceso con respecto a su punto de ajuste.

Herramientas:

- Estrategias de control.
- Control retroalimentado.
- Control en cascada.
- Control de relación.
- Control prealimentado.
- Algoritmos de control.
- Control proporcional, integral y derivativo.
- Compensación dinámica.
- Control predictivo.

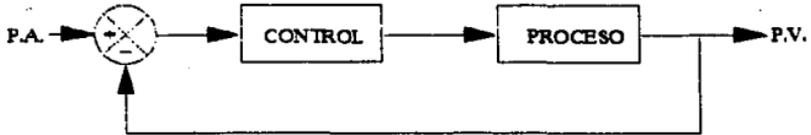
Funciones:

El control regulatorio pretende mantener las variables de proceso dentro de un rango de operación cercano al punto de ajuste.

Para lograr esta "regulación" es común utilizar un esquema "retroalimentado". Para ejemplificar analizaremos un ejemplo.

Supongamos que tenemos el siguiente esquema prealimentado:

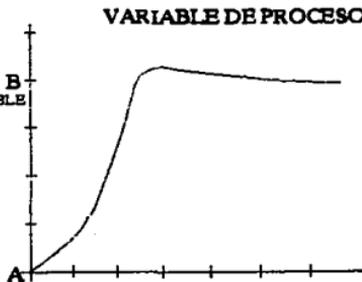
LAZO DE CONTROL PREALIMENTADO



AHORA CAMBIAREMOS EL PUNTO DE AJUSTE DE A A B



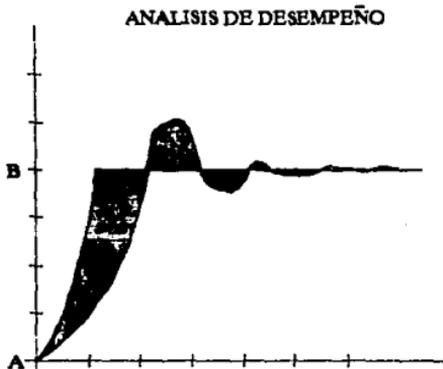
OBSERVEMOS LA RESPUESTA DE LA VARIABLE DE PROCESO



Y LA SALIDA DEL CONTROLADOR



LA EVALUACION DEL DESEMPEÑO DE CADA LAZO SE BASA EN UN ANALISIS DEL ERROR:



EL ERROR SE MUESTRA CON EL AREA SOMBRADA.

FIGURA 1.4

El objetivo del control regulatorio es entonces lograr el mínimo valor para esta área.

La selección de los algoritmos a utilizar para una aplicación específica depende fundamentalmente de los parámetros de la respuesta dinámica del proceso a controlar.

En lo referente a la selección de las estrategias los principales puntos a considerar son:

- Interacción entre las variables del proceso.
- Fuentes de perturbación.
- Grado de precisión necesario para el control.
- Posibilidad de medición o interferencia de las variables

b.2) Control lógico secuencial

Objetivo:

Proteger al proceso en casos de emergencia, realizar ordenadamente los procedimientos de paro y arranque, minimizar las desviaciones de operación en los procesos.

Herramientas:

- Bloques lógicos.
- Álgebra Booleana.
- Lenguaje de programación para secuenciamiento (DIAGRAMAS DE ESCALERA)

La función principal del control lógico es la manipulación de los estados discretos del proceso, a partir de la detección o interferencia de condiciones o eventos que ocurran en él.

Para analizar estas funciones de control lógico se hace uso de las funciones de la lógica matemática, añadiendo técnicas de secuenciamiento de eventos.

c) SISTEMA DE CONTROL SUPERVISORIO.

Este nivel de automatización requiere de un sistema de cómputo para realizar sus funciones.

Como su nombre lo dice "SUPERVISION" se refiere a todas aquellas funciones que permiten observar, evaluar y diagnosticar al proceso en su conjunto.

El objetivo de este nivel es el de brindar al personal operativo y de producción la información necesaria para evaluar el desempeño del proceso, al igual que darles la capacidad de modificar las condiciones del mismo.

En general se considera a este nivel como aquel que funge las funciones de interfase entre el ser humano y el sistema de control de procesos, por lo que es el de mayor aplicación actualmente.

HERRAMIENTAS.

Las principales herramientas del sistema de supervisión son:

- Desplegados.
- Reportes.
- Mensajes.
- Historización.
- Cálculos.

La función principal de todas estas herramientas es el procesar la información proveniente de los niveles inferiores y presentarla según las necesidades del usuario.

Por otro lado este nivel permite también el acceso del usuario a las funciones, comandos y niveles inferiores.

d) SISTEMA DE CONTROL AVANZADO.

Objetivo:

El objetivo de este nivel es el de mejorar el desempeño del proceso.

Mejorar el desempeño del proceso es un término vago o subjetivo, sin embargo es posible delimitarlo en los siguientes conceptos:

- Mejorar y mantener una óptima calidad de productos.
- Acercar al máximo los niveles de producción a los requerimientos del mercado.
- Minimizar el consumo de energéticos.
- Minimizar la frecuencia y efecto de los estados de operación anormales.
- Maximizar el uso y conservación de los equipos del proceso.
- Minimizar el uso innecesario de recursos.

Como es claro los objetivos a perseguir por medio del control avanzado son muy amplios y en general muy dependientes de cada aplicación.

Sin embargo es posible mencionar algunos aspectos generales sobre los métodos y técnicas de este nivel.

En general se considera como control avanzado el uso de todas

aquellas metodologías y técnicas basadas en la teoría moderna del control, es decir aquellas técnicas y procedimientos que se desprenden de los siguientes desarrollos:

- Análisis de sistemas dinámicos.
- Análisis y síntesis de control multivariable
- Control adaptivo.
- Control estadístico.
- Modelado y simulación de sistemas dinámicos.
- Optimización de sistemas dinámicos.
- Inteligencia artificial, etc.

1.2. RESEÑA SOBRE LOS SISTEMAS DIGITALES DE CONTROL.

En la actualidad la computadora se ha convertido en un instrumento indispensable en la realización de las actividades humanas, su capacidad para almacenar gran cantidad de información, su velocidad y precisión en cálculos numéricos, su bajo costo y su versatilidad, la han convertido en un producto de gran éxito.

En el campo del control automático la gran versatilidad de la computadora permite desarrollar una amplia variedad de tareas, como adquirir datos del proceso para efectuar balances de materia y energía, calcular eficiencias, rendimientos y elaborar reportes con esta información. Permite asimismo, a través de diversos sistemas de aplicación, incorporarse a las tareas de control de los procesos de la planta de producción, lo cual redundará en una mayor flexibilidad en el manejo de la misma, debido a que introduce técnicas de control que no podían ser aplicadas anteriormente empleando instrumentación analógica. Algunas de esas técnicas son compensación por "tiempo muerto", desacoplamiento de procesos multivariables, algoritmos de control digital y control adaptable. Finalmente si consideramos además la capacidad de la computadora de simular modelos de los procesos empleando condiciones que no pueden ser aplicados físicamente.

La aplicación de la computadora digital en el control de procesos industriales surgió a mediados de la década de los cincuenta.

El primer trabajo sobre control de procesos por computadora se remonta al año de 1956 cuando la cía. TEXACO Aeroespacial Thomson Ramo Woolridge (TRW) hizo un estudio de factibilidad para instalar una unidad de polimerización controlada por computadora en la refinería de Port Arthut, Texas. La unidad controlada por computadora entró en operación en marzo de 1959, la arquitectura de diseño se basó en la computadora RW-300, la cual controlaba 26 flujos, 72 temperaturas, 3 presiones y 3 composiciones, y actuaba solamente como un supervisor del comportamiento de la planta, con dos modos de operación: "guía del operador" y "control de referencia". En el modo "guía del operador" la computadora imprimía mensajes al operador indicándole las acciones a tomar, por otra parte en el modo "control de referencia", la computadora ajustaba los puntos de operación de los reguladores analógicos. Para 1962 el número de computadoras aplicadas al control de proceso había aumentado y llegaba a ser de 100. En este mismo año en Inglaterra surgió un proyecto que revolucionó la forma de aplicar las computadoras al control, la Cía. Imperial Chemical Industries cambió todos sus instrumentos de control analógicos por una computadora digital Ferrati Argus para efectuar las funciones de la instrumentación reemplazada: medir 224 variables y controlar 129 válvulas. Lo más impactante de este proyecto fue el hecho de que la medición y el control se hacía directamente con la computadora, la cual pasó a ser parte del lazo de control. Este

cambio no tuvo precedente y fue el inicio de la segunda etapa del desarrollo del control por computadora, la del "control digital directo" (CDD)..

Las ventajas más importantes que introdujo la sustitución de la tecnología analógica por digital fueron el costo y la flexibilidad. En la tecnología analógica el costo depende del número de lazos de control, mientras que con los sistemas CDD, el costo por lazos de control adicionales es mínimo y no obstante que normalmente la inversión inicial es más fuerte, finalmente resulta de menor costo. Por lo que corresponde a la flexibilidad, ésta es mayor en los sistemas CDD, ya que los cambios en los lazos de control realizados con equipo analógico se hacían realambrando, mientras que en los sistemas digitales los cambios se efectúan programando.

Posteriormente, dos acontecimientos relacionados con el desarrollo de la tecnología digital han influido determinadamente en el avance del control por computadora. El primero de estos ocurrió a mediados de los años sesentas con la aparición de las "minicomputadoras, las cuales, por su potencia y reducidas dimensiones eran adecuadas para dar solución a problemas de control de mediana magnitud y por su menor costo eran accesibles aún para proyectos de bajo presupuesto. La microcomputadora fue el segundo de los acontecimientos mencionados y su aparición en 1972 significó otro gran impulso en esta disciplina, ya que si bien las

minicomputadoras eran pequeñas, no lo eran suficientemente para la mayoría de los pequeños problemas de control, los cuales demandaban soluciones de bajo costo y dimensiones en el equipo empleado. Con el nacimiento de las microcomputadoras un gran número de estos problemas tuvieron solución, incluso aquellos que únicamente consistían de un sencillo lazo de control.

En la actualidad el perfeccionamiento de la técnica de integración de circuitos a muy grande escala a permitido la fabricación de microprocesadores muy baratos y poderosos, con esto las microcomputadoras están al alcance de cualquier proyecto de control siendo posible además realizar algoritmos de control más elaborados. Es común la sustitución de equipo analógico por sistemas CDD basado en microprocesador; también se ha ensayado el control de plantas con un gran número de variables por medio de las llamadas "redes de control distribuido", las cuales emplean una minicomputadora para coordinar un conjunto de microcomputadoras que efectúan el control directo de la planta y que para dicho efecto se encuentran distribuidas a lo largo de ella.

Finalmente, a manera de referencia, podemos enunciar algunas de las principales ventajas que desde nuestro punto de vista presenta el control digital.

- 1.- La tecnología digital tiene un bajo costo.
- 2.- El consumo de potencia es bajo.

3.- El uso de señales digitales codificadas presentan las ventajas de que pueden ser almacenadas por un tiempo indefinido, además de que pueden ser transmitidas con mayor confiabilidad mediante el uso de los códigos de protección existentes.

4.- Con el uso del control digital se logra un mejor funcionamiento que con la tecnología analógica.

5.- En telemetría se requiere un solo canal de comunicación para varios sistemas de control multiplexando señales.

6.- Se pueden realizar simulaciones con modelos matemáticos que en la tecnología analógica requiere equipo difícil de adquirir y mantener.

1.3 HISTORIA DE LOS CONTROLADORES PROGRAMABLES.

El criterio de diseño para el primer controlador programable fue especificado en 1968 por la "HYDRAMATIC DIVISION" de GENERAL MOTORS CORPORATION. El objetivo principal fue eliminar el alto costo asociado a la inflexibilidad de los sistemas controlados en base a relevadores.

Las especificaciones requerían un sistema de estado sólido con la flexibilidad de las computadoras, que fuera capaz de soportar el medio ambiente industrial, que las tareas de mantenimiento y programación pudieran ser realizadas por los ingenieros y técnicos de la planta, y por último que fuera reutilizable. Este tipo de sistema de control podría reducir el tiempo muerto de las máquinas y además podría proporcionar las bases para expansiones futuras.

Los primeros controladores programables fueron algo más que sistemas de control sustitutos de tableros de relevadores. Debido a que eran capaces solamente de realizar control encendido/apagado (on/off), sus aplicaciones estaban limitadas a máquinas y procesos que requerían operaciones repetitivas, tales como líneas de transferencia y máquinas esmeriladoras o barrenadoras. Por otra parte, los controladores programables eran mejores sistemas de control en comparación con los tableros de relevadores, debido a que su instalación era más sencilla, usaban considerablemente menos espacio y energía, tenían indicadores de diagnóstico para

ayudar en la localización de fallas, y a diferencia de los relevadores, eran reutilizables si el proyecto terminaba o era cancelado. El diseño inicial no solo cumplió con las especificaciones de GENERAL MOTORS, sino que sentó las bases para que los controladores programables fueran siendo mejorados y además su uso se expandió a otras industrias.

De 1970 a 1974, las primeras inovaciones en la tecnología de los microprocesadores aumentaron la flexibilidad e inteligencia de los controladores programables. La capacidad de la comunicación con el operador, las funciones aritméticas, la manipulación de datos, y las comunicaciones con computadora añadieron nuevas dimensiones a las aplicaciones de los controladores programables. La terminal de programación de tubo de rayos catódicos (CRT) permitió al usuario el introducir los programas usando los símbolos eléctricos de relevadores que le eran familiares. Con la terminal la lógica de control podía ser vista en el CRT con la misma apariencia que los diagramas de relevadores, lo cual resulta de bastante ayuda para la localización de fallas.

La adición de funciones aritméticas y mejores instrucciones aumentaron las aplicaciones de los controladores programables permitiendo que fueran usados con dispositivos de instrumentación que proporcionaban datos numéricos de entrada. Tareas lógicas y secuenciales podían ser ampliadas con la habilidad de realizar cálculos en base a los datos medidos. Los mismos datos podían ser

usados como una base para realizar acciones correctivas. Esta nueva inteligencia encontrada en los controladores lógicos programables (PLC) fue el principio para que una gran cantidad de avances fueran poco a poco integrados en los controladores programables así como en las aplicaciones en las que eran utilizados.

Las aplicaciones y mejoras tanto en el hardware como en el software entre los años de 1975 y 1979 aumentaron aún más la flexibilidad de los controladores programables. Las mejoras incluyeron mayor capacidad de memoria, entradas/salidas remotas, control analógico y de posición y comunicación con el operador. Estos avances permitieron que el controlador programable fuera utilizado en un rango más amplio de aplicaciones y además contribuyeron a que se redujeran tanto el alambreado como los costos de instalación.

Los sistemas con mayor capacidad de memoria permitieron el almacenamiento de programas más extensos y de una mayor cantidad de datos. Más memoria permitió almacenar programas de control que no solo incluían partes lógicas y secuenciales, sino también adquisición y manipulación de datos. La habilidad para almacenar más datos permitió además que recetas o datos de control previamente guardados pudieran ser recuperados o almacenados automáticamente. Por ejemplo, si un cierto evento ocurriera, todos los valores preestablecidos de temporizadores podrían ser

cambiados. Esta flexibilidad eliminó la necesidad de que el operador detuviera el proceso para cambiar parámetros.

Los costos de alambrado fueron drásticamente reducidos con la nueva habilidad para localizar subsistemas de entrada y salida lejos de la unidad central de proceso (CPU) y cerca del equipo a controlar. En lugar de llevar hacia la CPU cientos de cables desde las entradas y salidas remotas, las señales de estas podrían ser multiplexadas sobre dos pares de cables entrelazados. Sistemas de entradas/salidas remotos también permitieron que sistemas grandes fueran divididos en pequeños subsistemas, lo cual simplificó de manera significativa el mantenimiento y permitió un arranque manual de subsistemas mayores.

Con el desarrollo del control continuo, el controlador programable llenó el hueco existente entre los sistemas de control encendido/apagado (on/off) y los sistemas de instrumentación analógicos. Hasta entonces, el controlador programable era capaz solamente de realizar control on/off, y estaba limitado a controlar parcialmente sistemas tales como procesamiento de minerales, tratamiento de aguas o sistemas tipo "batch". Aplicaciones como las mencionadas requerían una combinación de funciones de control on/off y funciones analógicas.

Mayores capacidades de comunicación permitieron a los PLC's conversar con otros dispositivos que ayudaron a mejorar la interfaz con el operador. El hardware y el software del tubo de

rayos catódicos fueron mejorados para ayudar en la introducción de programas y monitoreo de los mismos. Se podían proporcionar reportes de mantenimiento, resúmenes de producción en papel mediante una impresora. A fines de 1979 empezaron a desarrollarse las pistas de datos, que son redes de comunicación de alto nivel. Estas redes locales permitieron que las tareas de control de una fábrica entera fueran divididas o distribuidas entre varios controladores, todos comunicándose entre si. Las pistas de datos abrieron nuevas aplicaciones a los FLC's, como en líneas de transferencia, manejo y seguimiento de materiales.

Las mejoras que se hicieron al software resultaron en instrucciones muy parecidas a las de las computadoras. Estas nuevas instrucciones permitieron que fuera sencillo utilizar el hardware mejorado, además de que incluyeron declaraciones para manipular grandes cantidades de datos, y comunicaciones con dispositivos analógicos y periféricos. Otras aplicaciones al software incluyeron rutinas del sistema para mejorar el monitoreo en línea del proceso.

Con los desarrollos de este periodo, el controlador programable dió el primer paso para reemplazar a las minicomputadoras en muchas aplicaciones industriales.

Los principios de la década de los 80's trajeron muchos avances tecnológicos en la industria del controlador programable. Esta explosión de capacidades reflejó los grandes logros obtenidos en

la tecnología de los microprocesadores y ayudaron en gran medida a los fabricantes que estaban buscando atraer nuevos clientes y mantener a los que ya tenían. Estos cambios no solo afectaron al diseño del controlador sino que también al enfoque filosófico de los diseños de los sistemas de control. La siguiente lista describe algunas de las mejoras en el hardware.

-Se obtuvieron tiempos de barrido de los programas más rápidos usando tecnología de "bit-slice".

-PLC's de bajo costo que reemplazan desde tableros con 4 a 10 relevadores y asimismo reduciendo los requerimientos de espacio.

-Sistemas de entrada/salida proporcionaron interfaces eficientes en espacio a bajo costo.

-Módulos inteligentes (basados en microprocesadores) aumentaron la distribución de procesamiento. Los módulos o interfaces inteligentes típicos son PID (control proporcional, integral y derivativo), comunicación ASCII, posicionamiento y módulos de lenguaje de alto nivel (por ej. basic).

-Interfaces especiales que permitieron que ciertos dispositivos fueran conectados directamente al controlador. Las interfaces típicas fueron las de termopar, celdas de carga y entradas de respuesta rápida.

-Desarrollo de familias de controladores programables. Estas familias consisten de una línea de productos que varían desde los muy pequeños, con capacidad de memoria (1/2 K) y de entradas/

salidas limitadas (112 E/S), hasta los controladores programables muy grandes y sofisticados con capacidades de más de 8000 puntos de E/S y hasta 128 K de memoria. Los miembros de estas familias utilizan módulos de E/S y dispositivos periféricos comunes.

A continuación se enlistan algunas de las mejoras en el software.

-Lenguajes de alto nivel fueron implementados en algunos controladores para proporcionar mayor flexibilidad en la programación para comunicarse con dispositivos periféricos.

-Instrucciones de bloques funcionales se implantaron en los conjuntos de instrucciones del lenguaje de escalera para proporcionar mayores capacidades de software, pero en un ambiente de programación muy sencillo.

-Los diagnósticos y la detección de fallas fueron ampliados de los diagnósticos del sistema, para detectar fallas en el controlador, a los diagnósticos de maquinaria, para detectar fallas o malos funcionamientos de la máquina o proceso controlado.

-Se incluyeron matemáticas de punto flotante para hacer posible la realización de cálculos complejos para aplicaciones de control que incluían mediciones, balances o cálculos estadísticos.

-Las instrucciones de manipulación y manejo de datos fueron mejoradas para realizar aplicaciones de adquisición de datos que requieren almacenamiento, seguimiento y recuperación de grandes cantidades de datos.

El controlador programable es ahora un sistema de control más

maduro que ofrece mucho más de lo que se creía de él en la década de los 70's. Ahora es capaz de comunicarse con otros sistemas de control, proporcionando reportes de producción, planeación de producción, y además diagnóstica sus propias fallas, y aquellas que puedan suceder en las máquinas o procesos que controla. Estas mejoras han hecho que el controlador programable haya contribuido, de forma importante a alcanzar las demandas actuales de mejor calidad y mayor productividad. A pesar del hecho de que el PLC es más capaz, sigue teniendo la simplicidad de operación de sus orígenes.

CAPITULO II

INSTALACIONES DE PRODUCCION

2.1 ANTECEDENTES.

La Sonda de Campeche viene a ser una de las mayores áreas productivas, con aproximadamente 2 000 000 de barriles por día, y aún está por desarrollarse la explotación de nuevos campos. En la actualidad, la mayor parte de la producción proviene de tres campos, Cantarell, Abkatun y Ku. El primero de ellos entró en operación en 1979, mientras que el segundo en 1980, el tercer campo se comenzó a explotar en años recientes.

La producción de la Sonda de Campeche se lleva acabo en 15 plataformas de producción (separación aceite-gas asociado), y en 4 de compresión (acondicionamiento y compresión de gas). El crudo separado se envía a terminar de procesar en instalaciones terrestres, localizadas en la terminal de exportación de Dos Bocas o se transporta estabilizado a la terminal marítima de exportación de Cayo Arcas.

En cuanto a gas se refiere, éste se acondiciona en plataformas y se transporta a la estación de recompresión de Atasta, para su envío a procesamiento en las instalaciones de Ciudad Pemex.

DESCRIPCION DE INSTALACIONES.

PLATAFORMAS DE PRODUCCION.-

En éstas plataformas se efectúa, principalmente, la separación de la mezcla gas-aceite proveniente del pozo, para realizar esta

operación, la plataforma cuenta con dos etapas de separación, posteriormente se envía a estabilización y almacenamiento a las terminales de exportación.

PLATAFORMAS DE COMPRESION.-

Las plataformas de compresión reciben el gas separado de las plataformas de producción, con el fin de acondicionarlo para su envío a tierra. Para lograr este objetivo, la plataforma cuenta con las siguientes secciones:

Compresión de gas amargo.-

Esta sección tiene como función elevar la presión del gas hasta valores tan altos como 84.4 kg/cm^2 (1200 psig). Se cuenta con cuatro módulos de compresión, de los cuales, uno se considera como relevo. Conviene mencionar que estos módulos cuentan con inter-enfriadores y separadores inter-etapa para el manejo de condensados.

Endulzadora de gas.-

Con el fin de disponer del suministro de energía requerido por las instalaciones, se lleva acabo el endulzamiento de gas de alta presión para su uso como combustible.

En el endulzamiento se utiliza DEA (dietanol-amina), y el contenido de H_2S y CO_2 se reduce hasta 4 y 1000 ppm, respectivamente.

Deshidratación de gas.-

La deshidratación de gas se lleva acabo en una planta operando con DEG (dietilen-glicol), la finalidad de esta planta es reducir el contenido de agua en el gas que se envía a tierra hasta 0.112 kg/m³, valor que se considera adecuado para evitar problemas durante su manejo y transporte.

Tratamiento de agua amarga-aceitosa.

El tratamiento tiene el propósito de eliminar aceite y gases ácidos presentes en el agua de desecho, de la sección de compresión, antes de enviarse al mar.

PLATAFORMAS DE ENLACE.-

Esta plataforma cuenta con las instalaciones necesarias para recolectar el crudo y gas provenientes de plataformas de producción y compresión respectivamente, así como efectuar corridas de "diablos" (limpieza de tuberías), para evitar patrones de flujo indeseables y problemas en su manejo.

PLATAFORMAS DE PRODUCCION, ENLACE Y COMPRESION.-

En este tipo de plataformas se lleva acabo la separación de mezcla gas-aceite, así como la compresión de gas separado a través de compresores pequeños con el fin de darle la presión necesaria para su envío a una plataforma de compresión, la recepción de mezcla de diferentes plataformas se lleva acabo en la sección de enlace,

todas estas funciones se encuentran ubicadas en una sola plataforma, esto tiene como consecuencia que se tenga limitaciones en cuanto a espacio disponible para el cuarto de control, ya que se tiene una alta concentración de equipos, ver figura 2.1

CRITERIOS DE DISEÑO.-

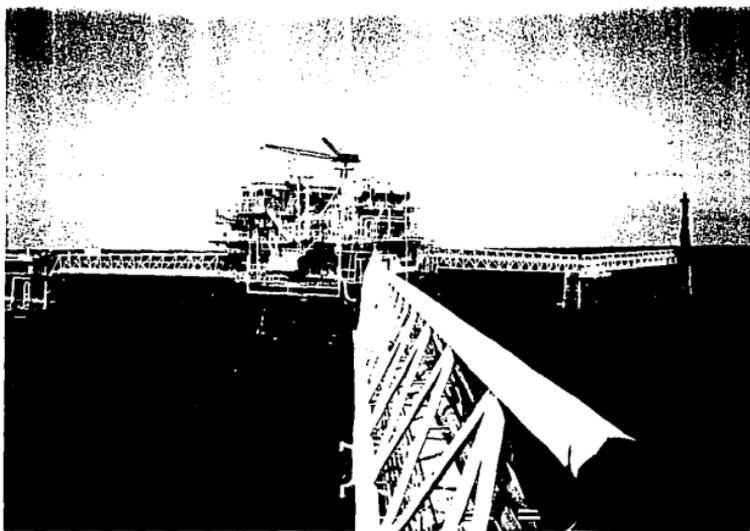
El diseño de un complejo de plataformas instaladas mar adentro para el procesamiento de la mezcla gas-aceite de pozos, requiere de ciertos criterios que permitan obtener los productos deseados, como óptimos sistemas de procesamiento. Estos criterios se basan en los siguientes aspectos:

Criterios de instalación.-

La instalación debe considerar: minimización de equipo, máxima autosuficiencia, alta seguridad, alta flexibilidad y minimización del número de productos con los que se logrará que las plantas instaladas sean funcionales y de dimensiones adecuadas.

Criterios para el procesamiento de gas.-

El procesamiento y acondicionamiento de gas deberá llevarse acabo en sistemas que consideren lo siguiente: máxima producción, facilidad para el manejo de condensados, eliminación de formación de hidratos y minimización de la condensación de licuables, lo cual redundará en beneficio del transporte de gas y la máxima recuperación de condensados.



PLATAFORMA DE PRODUCCION ENLACE Y COMPRESION

FIGURA 2.1

Criterios de procesamiento de crudo.-

El crudo producido en las plataformas marinas requiere de un procesamiento que permita obtener la máxima producción de aceite con la mayor densidad API, y que cumpla con las especificaciones para exportación (presión de vapor, H_2S , H_2O , ETC.).

Separadores de producción.-

Los separadores se diseñan para obtener una corriente de líquido libre de gas, y una corriente de gas libre de líquido. Sin embargo desde el punto de vista real esto no es del todo factible. En lo que respecta a la cantidad de líquido presente en la separación, y para que se obtenga una buena separación del gas, debe contarse con un buen tiempo de residencia. Este tiempo varia de uno a diez minutos, dependiendo principalmente de la presión a la que se lleve la separación y de las características del líquido presente. Con el área requerida para el manejo de vapor y del volumen del líquido a retener, se determina el tamaño del separador considerando que el nivel del aceite durante la operación, no sobrepasará el 50 % del diámetro del tanque. Para obtener un crudo estabilizado, es necesario controlar la presión y el tiempo de residencia. Sin embargo, también se debe mantener un equilibrio en cuanto a los efectos colaterales que se tienen al aumentar o disminuir cualquiera de ellas. Una disminución en la presión puede conducirnos a una máxima

liberación de componentes ligeros en fase vapor; es decir, bajos valores de presión de vapor, pero también bajos valores de densidad API. Por el contrario, un aumento en la presión tiene efectos de oclusión del gas en líquido, lo cual puede provocar cavitación en las bombas.

2.2 JUSTIFICACION DE LA AUTOMATIZACION DE PLATAFORMAS MEDIANTE UN SISTEMA DIGITAL DE CONTROL

Tomando en cuenta los criterios antes mencionados, así como el requerimiento de contar, en caso de falla con redundancia en el sistema para los lazos de control en los puntos críticos del proceso, para garantizar la buena operación, así como incrementar la seguridad en la plataforma, y por otra parte centralizar el monitoreo y control de las variables de proceso, estados de válvulas y arranque-paro de equipos, tanto del proceso principal como de los servicios auxiliares, flexibilidad para futuras expansiones, y mantener al proceso en condiciones óptimas de operación, entendiéndose por esto una mayor producción, mínimo costo de operación y mayor calidad en los productos, siendo éste último muy importante, debido a la situación por la que atraviesa el país, ya que es necesario elevar el grado de competitividad internacional de sus productos, servicios y organización, es en estos puntos y en los mencionados anteriormente donde se justifica la implementación de un sistema digital de control basado en un PLC para cubrir los requerimientos de automatización de una plataforma, ya que dicho sistema cuenta con un paquete de programación que incluye los algoritmos de control más comunes como el proporcional-integral-derivativo. Además de contar con una interfaz

de comunicación con el operador, que permite la selección de las acciones de control, a través de menús y por medio de pantallas gráficas se puede observar el desempeño del sistema, a la vez que se interactúa con el mismo, fijando el punto de operación deseado (set-point), cambiando la frecuencia de muestreo y los parámetros de sintonía del controlador.

Para efectos de ejemplificar la implementación del sistema, en este trabajo se tomará en cuenta únicamente la sección de proceso de separación ya que el incluir a la sección de endulzamiento y a los servicios auxiliares implicaría un mayor volumen de información siendo ésta innecesaria para cubrir el objetivo propuesto.

2.3 BASES DE DISEÑO.

Como su nombre lo indica son las bases a partir de las cuales se procederá a elaborar la ingeniería básica y de detalle del proyecto. Estas son establecidas por el cliente y surgen de sus requerimientos y necesidades, en coordinación con los ingenieros de proyecto que se encargarán de desarrollar éste. Las bases de diseño son fundamentales para el inicio de un proyecto. A continuación se presentan las que regirán la automatización de la plataforma donde se desarrollará el proceso seleccionado:

Función de la planta.-

La plataforma de producción, enlace y compresión que estará localizada en la sonda de Campeche, se diseñará para las siguientes funciones principales:

-Separación de la mezcla de crudo-gas proveniente de pozos y acondicionamiento de las corrientes para su integración en forma independiente con la producción de Akal "J".

-Endulzamiento del gas necesario para cubrir los requerimientos de la plataforma.

Tipo de proceso.-

Con el propósito de manejar adecuadamente la producción de crudo y gas se implementarán dos fases de operación de la plataforma, las cuales se aplicarán en función de la declinación de la presión en los pozos del campo KU-MALOOB.

El proceso consistirá en la separación de la mezcla crudo-gas en dos niveles de presión.

FASE I.- La primera etapa de separación operará a una presión de 7.0 kg/cm^2 (100 psig), y la segunda a una presión de 1.0 kg/cm^2 man. (14 psig), obteniendo una producción de 250 000 BPD.

El gas de la segunda etapa de separación será comprimido hasta una presión de 7.0 kg/cm^2 (100 psig), para que se integre con el gas de alta presión que va al complejo Akal "J".

Los accionadores de las bombas de transferencia de crudo y de los recuperadores de gas serán turbinas que utilizarán gas dulce proveniente de la endulzadora como combustible.

FASE II.-La primera etapa de separación operará a una presión de 2.1 kg/cm^2 man. (30 psig), según los pronósticos esperados para el campo KU-MALOOB, y la segunda etapa a una presión de 1.0 kg/cm^2 man. (14 psig), obteniéndose una producción de 215 000 BPD.

El aceite producido se enviará al complejo Akal "J" a las mismas condiciones que en la fase I.

El gas de la primera etapa será comprimido hasta 9.1 kg/cm^2 man. (130 psig), y el gas de la segunda etapa a el mismo valor de presión para ser integrado con el gas de primera etapa, para su envío a la plataforma de compresión del complejo Akal "J".

FACTOR DE SERVICIO.-

La plataforma se diseñará para operar los 365 días del año.

CAPACIDAD Y RENDIMIENTO.-

Máxima: Se diseñará para obtener una producción de 250 000 BPD.

Normal: Será igual a la máxima.

Mínima: La capacidad mínima será de 60 000 BPD.

FLEXIBILIDAD.-

La plataforma no operará a falla de energía eléctrica.

Se deberá interconectar los sistemas de aire de planta y de instrumentos, para utilizar aire de planta en caso de fallar el sistema de aire de instrumentos.

La planta no operará a falla de aire.

AMPLIACIONES FUTURAS.-

Se deberá prever los espacios e interconexiones necesarias para tres compresores de alta presión con su relevo, para su operación en la fase II.

ESPECIFICACIONES DE LOS PRODUCTOS.-

El aceite obtenido será integrado a la producción del complejo Akal "J", a una presión de 52.7 kg/cm^2 , y una temperatura de 76° C . El gas amargo obtenido será enviado, en forma independiente al aceite, a la plataforma de compresión de Akal "J", a una presión máx./nor. de $9.1/7.0 \text{ kg/cm}^2$ y a una temperatura máx./nor. de $81/76^\circ \text{ C}$.

INSTRUMENTACION.

Las señales de instrumentos deberán centralizarse en un cuarto de control e irán a un sistema digital de control basado en un controlador lógico programable.

Los transmisores deberán ser del tipo electrónico, a prueba de explosión clase I, división 1, grupo D, con rango de señal de 4-20 mA, dos hilos, correspondiente a variaciones de 0-100 %, ver figura 2.2.

Sistema Digital de Control.-

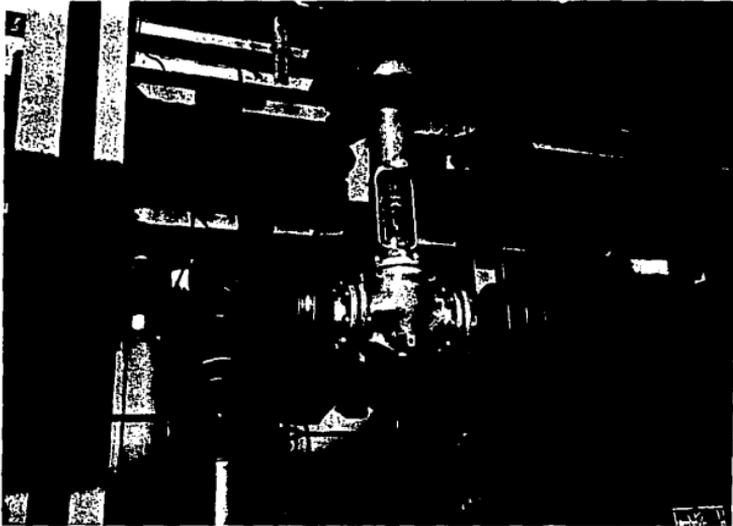
El sistema digital de control estará basado en un controlador lógico programable, el cual cumplirá con las siguientes funciones:

-Recibir las señales de los sensores y mostrar los desplegados en pantalla de los controladores, indicadores, registradores, alarmas y gráficos dinámicos del proceso.

-Ejecutar la lógica operacional para el control del proceso y del sistema de paro de plataforma.

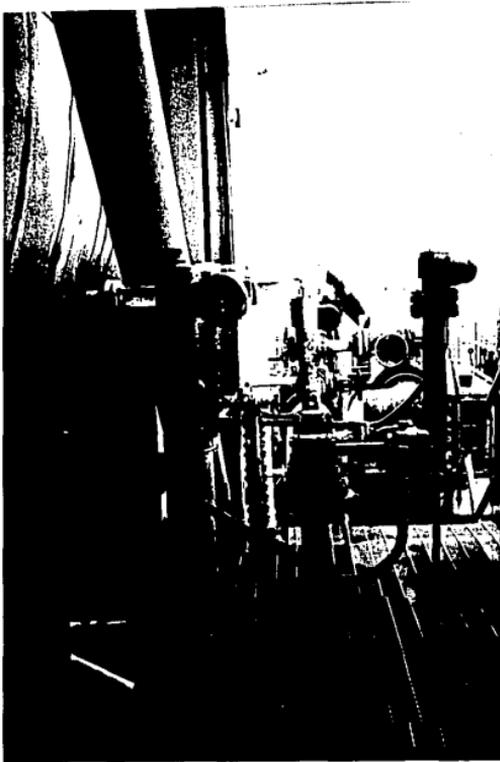
La localización de este sistema será en el cuarto de control ubicando los equipos periféricos en la mesa de trabajo del operador. El sistema deberá ser redundante en la unidad de procesamiento, monitor y teclado.

En la plataforma existirán varios equipos que serán instalados como paquete, principalmente los de compresión de baja y alta presión, estos paquetes contarán con tableros locales de control, los cuales deberán contar con las preparaciones necesarias para recibir y/o enviar señales de indicadores, alarmas y arranque-paro al sistema digital de control.



VALVULA DE CONTROL CON ACTUADOR TIPO DIAFRAGMA

FIGURA 2.2A



TRANSMISOR E INTERRUPTORES DE NIVEL

FIGURA 2.2B

Sistema SCADA (Control Supervisorio y Adquisición de Datos).

Esta plataforma deberá contar con un sistema de adquisición de datos.

Las señales de variables de proceso que formen parte de un lazo de control, así como la medición de variables en puntos de interés del mismo, serán enviadas tanto al sistema digital de control, como al sistema SCADA.

Sistema de alarma y paro.-

La lógica del sistema de alarma y paro, se realizará a través del sistema digital de control, además esta lógica será desarrollada, tanto en diagramas lógicos como de escalera.

SISTEMA ELECTRICICO.-

Sistema de fuerza.-

La distribución de la energía eléctrica en la plataforma será desde tableros de distribución y centros de control de motores, localizados en el cuarto de control eléctrico de la plataforma.

Todos los equipos de distribución (interruptores, arrancadores, etc.), deberán ser instalados en los tableros de distribución y centro de control de motores.

Sistema de emergencia.

Dentro del diseño del sistema eléctrico, se deberá incluir un sistema de suministro de energía ininterrumpible (UPS), a 127 VCA para alimentar la instrumentación de campo, sistema digital de control, sistema de seguridad y alumbrado, para asegurar una operación plenamente confiable durante dos horas.

2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

SECCIÓN DE SEPARACIÓN.

La plataforma de producción se diseñará para separar la mezcla gas-aceite proveniente de varias plataformas de perforación periféricas a ésta.

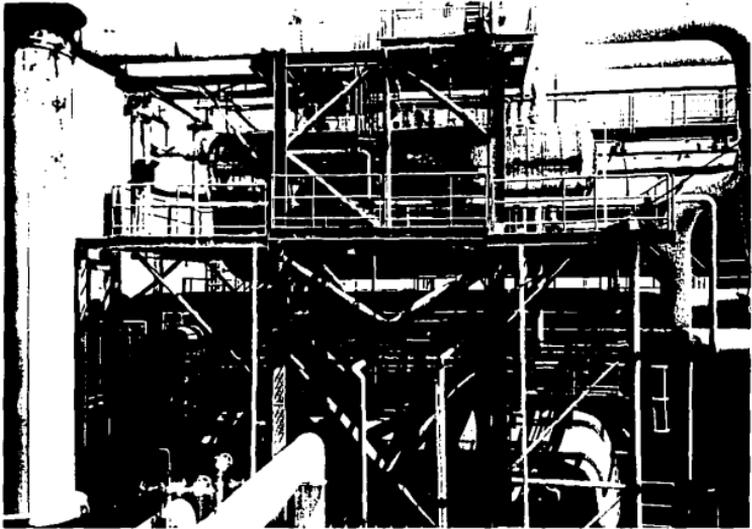
La corriente inicialmente se recibirá a una presión de 15 Kg/cm² man., y a una temperatura de 85 ° C., ésta se envía a través de una válvula de control a la sección de separación, ver figura 2.3. La separación se llevará a cabo en dos niveles de presión y en dos fases de operación.

FASE I.-

La mezcla gas-aceite se alimenta al separador de primera etapa FA-3101 a 9.1 Kg/cm² man., este equipo cuenta con internos de tipo ciclónico y placas, para lograr una adecuada separación. Se inyecta antiespumante en la línea de alimentación para evitar como su nombre lo indica espuma en los separadores, favoreciendo de esta manera la separación gas-aceite.

El gas separado se envía al rectificador de primera etapa FA-3103, con el objeto de garantizar que se entregue libre de líquidos, este tanque opera a las mismas condiciones que el separador de primera, y cuenta también con placas como internos.

El aceite separado a través de un control de nivel el cual reduce la presión hasta 1.0 Kg/cm² man., y la temperatura a 78 ° C.,



SECCION DE SEPARACION

FIGURA 2.3

con la finalidad de provocar la formación de dos fases, y alimentar al separador de segunda etapa FA-3102.

El gas separado en el rectificador de primera se divide en dos corrientes:

Una de ellas se envía al rectificador de segunda pasando a través de un control de presión para disminuir ésta hasta $1.0 \text{ Kg/cm}^2 \text{ man.}$ con el fin de servir como respaldo a los recuperadores de vapor (compresores de baja presión).

La otra corriente de gas libre de líquidos se envía directamente al complejo Akal -"J".

Por otra parte, los posibles líquidos presentes en el rectificador al acumularse en éste y alcanzar un cierto nivel, son enviados al cabezal de alimentación del separador de segunda FA-3102.

El gas obtenido en el separador de segunda se integra con la línea de respaldo procedente del rectificador de primera y se alimentan al rectificador de segunda etapa FA-3104, el cual opera a las mismas condiciones del separador de segunda.

El aceite acumulado en el separador de segunda se dirige a la succión de las turbo-bombas de transferencia de crudo GA-3101 A-E/R.

Finalmente el gas procedente del rectificador de segunda es enviado libre de líquidos al sistema de compresión de baja (recuperadores de vapor GB-3102/R), en esta sección se le inyecta inhibidor de asfaltenos a la corriente de alimentación

para proteger a los compresores.

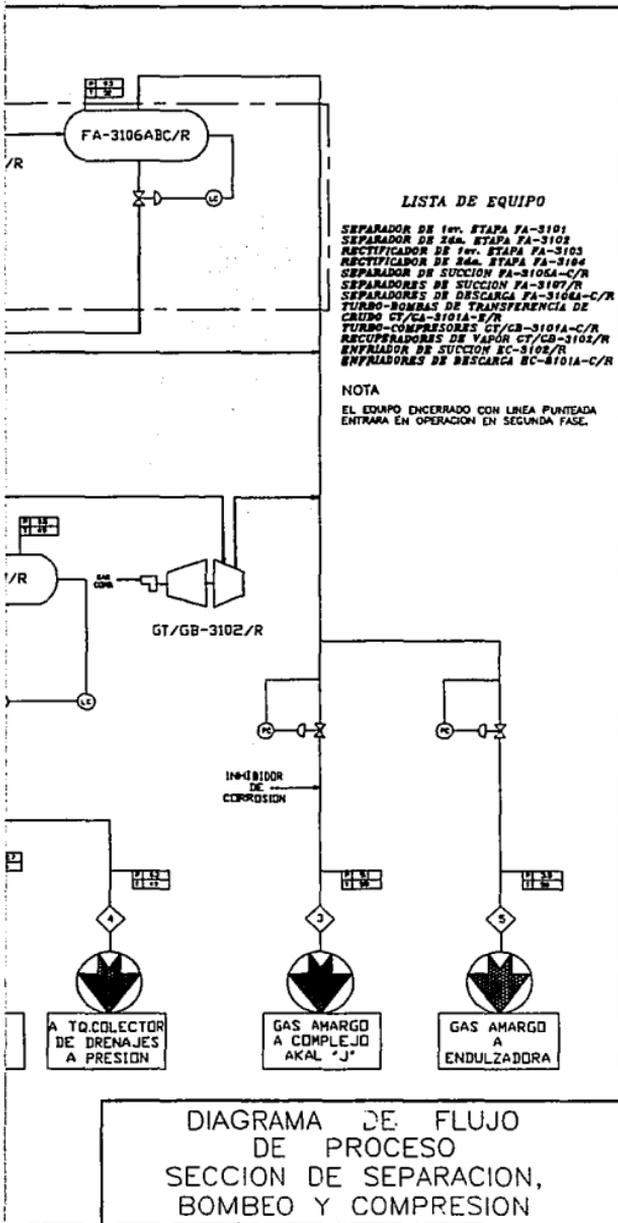
Las turbo-bombas de crudo incrementan la presión hasta valores de 52.7 o 70 Kg/cm² man. dependiendo de la presión requerida para su envío e integración en el cabezal de alta presión en Akal-"J". El destino final del aceite en situación normal será la terminal de exportación de Cayo Arcas. Se tienen previsiones para desviarlo a la terminal marítima de Dos Bocas cuando no se opere Cayo Arcas. Con el fin de mantener la presión del sistema de separación dentro de los valores permisibles, los rectificadores FA-3103 y FA-3104 contarán con un desvío a desfogue, para que, en caso de sobrepresionarse el sistema, se mande el gas a quemador.

FASE II.-

En esta fase la sección de producción opera de la misma forma que la fase I, solo que debido al decaimiento en la presión en los pozos, la alimentación al separador de primera FA-3101 tendrá los valores de 3.5 Kg/cm² man. y 74 ° C.

El separador de segunda FA-3102 operará a 1.0 Kg/cm².

A continuación se muestra la figura 2.4, que corresponde al Diagrama de Flujo del Proceso.



2.5 DESCRIPCIÓN OPERACIONAL DEL CONTROL DE PROCESO.

El control en el tanque separador de primera etapa se lleva a cabo de la siguiente manera:

Las válvulas de control LV-3101 A/B que se encuentran ubicadas sobre la línea 24"P3100A54A, que es la de entrada de mezcla al separador operan en paralelo, en coordinación con el controlador de nivel LIC-3101 que se encuentra en el Sistema Digital de Control, (SDC), tienen la función de mantener al tanque en el nivel normal de operación, así como reducir la presión de la mezcla a el valor de operación del separador.

En caso de presentarse bajo nivel en el tanque, éste es detectado por el transmisor de nivel LT-3101 el cual envía una señal al controlador LIC-3101, y éste a su vez a las válvulas LV-3101 A/B para aumentar la apertura de éstas con el objeto de restablecer el nivel normal.

Si el nivel no se recupera y sigue bajando el interruptor de bajo nivel LSL-3101 accionará la alarma LAL-3101 localizada en el SDC. Cuando se presenta el caso contrario, es decir alto nivel, la acción será disminuir la apertura de las válvulas.

El nivel del separador FA-3101 será monitoreado al Sistema de Control y Adquisición de Datos (SCADA).

El tanque tendrá interruptores por alta y baja presión PSH/PSL-3109, que en caso de darse alguna de éstas accionará la

2.5 DESCRIPCION OPERACIONAL DEL CONTROL DE PROCESO.

El control en el tanque separador de primera etapa se lleva a cabo de la siguiente manera:

Las válvulas de control LV-3101 A/B que se encuentran ubicadas sobre la línea 24"PS100AS4A, que es la de entrada de mezcla al separador operan en paralelo, en coordinación con el controlador de nivel LIC-3101 que se encuentra en el Sistema Digital de Control, (SDC), tienen la función de mantener al tanque en el nivel normal de operación, así como reducir la presión de la mezcla a el valor de operación del separador.

En caso de presentarse bajo nivel en el tanque, éste es detectado por el transmisor de nivel LT-3101 el cual envía una señal al controlador LIC-3101, y éste a su vez a las válvulas LV-3101 A/B para aumentar la apertura de éstas con el objeto de restablecer el nivel normal.

Si el nivel no se recupera y sigue bajando el interruptor de bajo nivel LSL-3101 accionará la alarma LAL-3101 localizada en el SDC. Cuando se presenta el caso contrario, es decir alto nivel, la acción será disminuir la apertura de las válvulas.

El nivel del separador FA-3101 será monitoreado al Sistema de Control y Adquisición de Datos (SCADA).

El tanque tendrá interruptores por alta y baja presión PSH/PSL-3109, que en caso de darse alguna de éstas accionará la

alarma localizada en el SDC, se monitorea la presión al sistema. El control de nivel en el rectificador FA-3103, se realiza a través de los interruptores de alto y bajo nivel LSH/LSL-3103. Al acumularse en el tanque una cierta cantidad de condensado, y alcanzar un alto nivel, el interruptor LSH-3103 de-energiza a una válvula solenide, al ocurrir esto bloquea el suministro de aire a la válvula de control de nivel LV-3103, instalada sobre la línea de salida de crudo 12"P3104A54A, abre totalmente, para enviar el líquido al separador de segunda. El tanque no debe vaciarse totalmente, se debe mantener un cierto nivel de sello en el recipiente, al alcanzar dicho nivel el interruptor LSL-3101 energiza nuevamente a la solenoide, esto restablece el suministro de aire a la válvula de control de nivel LV-3103, y ésta cierra totalmente para permitir una nueva captación de condensados, el proceso descrito se realiza en forma cíclica , produciéndose un flujo intermitente en la salida de crudo.

Si por algún motivo el nivel sigue subiendo y con el hecho de abrir la válvula no es suficiente el interruptor LSH-3101A accionará a la alarma LAH-3101 ubicada en el SDC. Si continua subiendo el nivel el intrruptor LSHH-3102 de-energiza a la solenoide de cierre de la válvula de corte, del gas de alta presión que va a compresión. Esto se hace con el fin de que la corriente procedente del rectificador de primera no arrastre crudo y esto provoque problemas a los compresores. Al llegarse a

producir el muy alto nivel el interruptor LSHH-3103 genera también una alarma en el SDC.

Se requiere monitorear la presión , temperatura y nivel en el rectificador tanto al SDC como al SCADA.

También se medirá el flujo total de gas a la salida del recipiente, así como la cantidad de gas que se envía a la sección de compresión, por diferencia de estas dos se conoce la cantidad que se va a desfogue.

Las válvulas de control PV-3104/A se encargan de mantener al sistema de separación en el valor adecuado, para que esta se lleve acabo de la mejor forma posible, al existir una sobre presión en esta sección, el transmisor la detecta y genera una señal al controlador PIC-3104, el cual a su vez envía otra a las válvulas, para que estas abran en forma proporcional al incremento de la presión con la finalidad de restablecerla, el gas que pasa a través de la válvula cuando esta abre, va al sistema de desfogue.

Cuando se hace necesario un paro total de la plataforma por alguna emergencia, se de-energiza la solenoide asociada a las válvulas de desfogue, al ocurrir esto se bloquea el suministro de aire a las mismas y abren totalmente, mandando toda la producción de gas a desfogue.

El control de nivel en el separador de segunda etapa FA-3102 se efectúa por medio de las válvulas de control LV-3102 A/B

instaladas en en paralelo sobre la línea de alimentación 20"P3102A54A, y la válvula de recirculación de bombas LV-3102 ubicada sobre la línea 10"P3126D54A. Cuando se presenta alto nivel el transmisor LT-3102 envía señal al controlador LIC-3102 que se encuentra en el SDC, el cual manda a su vez otra a las válvulas LV-3102 A/B para disminuir su apertura, mientras la válvula LV-3102 permanece cerrada. Al producirse bajo nivel el LIC-3102 envía una orden para que las LV-3102 A/B incrementen su apertura, y la LV-3102 comience a abrir, con la finalidad de apoyar a las válvulas de alimentación a recuperar el nivel normal en el recipiente. El funcionamiento de éstas válvulas será en rango dividido.

El separador de segunda al igual que el de primera, contará con interruptores para alarmar, por alto y bajo nivel, así como por alta y baja presión, también se requiere el monitoreo del nivel al SCADA.

Con lo que respecta a la operación del rectificador de segunda etapa FA-3104, éste funciona en forma análoga al de primera etapa. El envío de crudo a la succión de bombas de transferencia consta de un filtro FG-3101, para que el líquido esté libre de impurezas y no dañen a las bombas de crudo. Este filtro tiene un interruptor por alta presión diferencial para accionar la alarma PDAH-3101, localizada en el SDC, cuando el filtro requiera mantenimiento. A continuación se muestra el DTI (figura 2.5).

CAPITULO III

DESCRIPCION DEL CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE

3.1 PRINCIPIOS DE OPERACION

Un controlador programable está compuesto de dos secciones básicas:

La Unidad Central de Procesamiento (CPU), y

Las interfases de entrada/salida.

Estas secciones las mostramos en la siguiente figura.



DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE

FIGURA 3.1

De la figura 3.1 nos centraremos en la Unidad Central de Procesamiento, (CPU), en la cual existen tres partes principales:

El procesador

La memoria

La fuente de alimentación.

Estos componentes proporcionan la inteligencia del controlador, ver fig. 3.2, el CPU acepta (lee) los datos de entrada de varios

dispositivos sensores, ejecuta el programa almacenado en la memoria y envia apropiadamente los comandos de salida para el control de dispositivos, a ésta tarea continua se le ha llamado exploración. La fuente de alimentación proporciona todos los voltajes necesarios para la operación de las otras secciones del CPU.

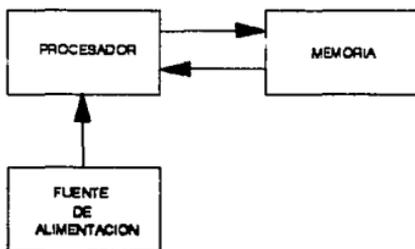


DIAGRAMA A BLOQUES DEL CPU
FIGURA 3.2

El sistema de entradas/salidas forma la interfase por la cual los dispositivos de campo son conectados al controlador. El propósito de la interfase es recibir las condiciones de varias señales ó enviar señal a dispositivos en campo. Las señales de entrada de los sensores tales como interruptores de boton, interruptores limite, sensores analógicos, interruptores selectores...etc, son alambrados a las terminales en las

interfases de entrada. Los dispositivos que serán controlados tales como los arrancadores de los motores, válvulas solenoides, lámparas piloto y válvulas de corte, entre otros, están conectadas a las terminales de las interfases de salida.

Aunque generalmente no se considera parte del controlador los dispositivos de programación son necesarios para acceder el programa de control en la memoria, estos deberán conectarse al controlador cuando se haga el acceso ó se revise el programa. Los PLC con tubos de rayos catódicos (CRT) son comúnmente usados para acceder y desplegar el programa, (ver capítulo 4).

3.2 UNIDAD CENTRAL DE PROCESAMIENTO (CPU).

El término CPU es frecuentemente relacionado con el microprocesador, sin embargo el CPU encierra todos los elementos necesarios que integran la inteligencia del sistema, existiendo una fuerte relación entre las secciones que forman el CPU.

El procesador está continuamente interactuando con el sistema de memoria, que interpreta y ejecuta el programa de aplicación que controla al equipo o proceso.

El sistema de alimentación proporciona todos los niveles de voltaje necesarios que aseguren la operación adecuada de todo el procesador y los componentes de memoria.

PROCESADOR.

La inteligencia del PLC está formada por pequeños microprocesadores, circuitos integrados con capacidad de computación y control, facilitando todas las operaciones matemáticas, el manejo de datos, y las rutinas de diagnóstico: lo que no es posible con sistemas de control a base de relevadores.

La función principal del procesador es comandar y gobernar las actividades del sistema, mediante la interpretación y ejecución de una colección de programas del sistema, conocido como función ejecutiva, dicha colección de programas están permanentemente almacenados y se consideran parte del controlador. Estos programas permiten la comunicación con el procesador vía un dispositivo de programación u otro equipo periférico, el monitoreo de los dispositivos de campo, el diagnóstico del sistema o del equipo o proceso a controlar, y la ejecución del programa de control.

El procesador ejecuta el programa de control plasmado de una forma lógica en el diagrama de escalera, entre tanto el microprocesador realiza otras tareas, tales como la manipulación de datos, operaciones matemáticas y comunicación con otros dispositivos.

Actualmente se divide el total de las tareas del sistema en varios microprocesadores. Esta disposición, es conocida como multiprocesamiento, lo que permite que varios procesadores

trabajen juntos, reduciéndose significativamente el tiempo total de procesamiento del sistema.

Otro arreglo del multiprocesador da lugar al microprocesador inteligente exterior al CPU, involucrando interfaces de entrada/salida inteligentes que contienen un microprocesador y memoria. Un módulo inteligente típico es el de control Proporcional-Integral-Derivativo (PID), el cual representa el circuito cerrado de control independiente del CPU.

EXPLORACION.

El proceso de lectura de entradas, la ejecución del programa y la actualización de las salidas es conocido como exploración. El tiempo requerido para hacer una exploración puede variar de 1 a 100 mseg. Los fabricantes generalmente especifican el tiempo de exploración basándose sólo en la cantidad de memoria de aplicación, por ejemplo 10 mseg./1K de memoria de programación. Sin embargo el tiempo de exploración es afectado por otros factores, como el uso de subsistemas de entradas/salidas remotas al monitoreo del programa de control.

La especificación del tiempo de exploración es importante en la selección del PLC, ya que se puede dar el caso de un tiempo de exploración de 10 mseg. y se necesita monitorear una señal de

entrada que cambia de estado en un período de 8 mseg., entonces el controlador nunca podrá detectar la señal, y por consecuencia no se tendrá un buen control del equipo o proceso.

COMUNICACIONES.

Las comunicaciones son el intercambio de información que se lleva a cabo entre el CPU y un subsistema de entradas/salidas.

Al final de cada exploración, el procesador envía el estado de las salidas al subsistema entradas/salidas.

La distancia entre el CPU y un subsistema puede variar dependiendo del controlador, generalmente la comunicación media es realizada con un par de cables, coaxial o fibra óptica, dependiendo del PLC y la distancia. La velocidad de transmisión de datos al subsistema es generalmente muy altas velocidades, ésta se lleva a cabo normalmente mediante una serie de formatos binarios de un número determinado de bits de información (estado de entradas y salidas), comandos de arranque y paro, y códigos de detección de error.

Las técnicas de comprobación de error son normalmente incorporadas en la comunicación continua entre el procesador y el subsistema, estas técnicas son empleadas para confirmar la transmisión y recepción de datos. El nivel de sofisticación de comprobación de

error varía de un equipo a otro, siendo así el reporte de error una acción de protección.

La paridad es posiblemente la técnica de detección de error más común en las comunicaciones.

El código más común para la corrección y detección de errores es el Hamming, el cual da la ventaja de detectar errores de dos o más bits, sin embargo éste sólo puede corregir un bit erróneo.

El procesador es el responsable de detectar los errores en la comunicación, así como otras fallas durante la operación del sistema. Este deberá alertar al operador o al sistema en caso de un mal funcionamiento, por medio de indicaciones que están normalmente localizadas en el frente del CPU. Los diagnósticos que se incluyen comúnmente son memoria, procesador, batería y fuente de alimentación.

Cuando uno o más errores específicos son detectados se activan los contactos del relevador de falla, y se establece un circuito de alarma.

3.3 MEMORIAS Y SUS TIPOS.

El término controlador lógico programable implica que una secuencia de instrucciones, datos o programas deberán ser almacenados en algún lugar para ser ejecutados cuando se requiera,

este lugar es llamado sistema de memoria.

Los programas y los datos almacenados en el sistema de memoria son generalmente descritos utilizando los siguientes términos:

EJECUTIVO.

Es una colección de programas de almacenamiento permanente que son considerados una parte del programa del tipo supervisorio que realizan directamente actividades en el sistema, tales como la ejecución del programa de control, y comunicación con los dispositivos periféricos.

CUADERNO DE APUNTES.

Es un almacenamiento temporal utilizado por el CPU para una cantidad relativamente pequeña de datos para control y cálculos intermedios. Los datos que se necesitan rápidamente, se almacenan en esta área lo que facilita su tiempo de acceso, caso contrario si fuesen almacenados en la memoria principal.

MEMORIA DE APLICACION.

Esta área proporciona el almacenamiento para algunas instrucciones de programación, así como el programa de control.

TABLA DE DATOS.

Esta área es una parte de la memoria de aplicación, almacena

algunos datos asociados con el programa de control, tales como temporizadores/contadores con valores preajustados y alguna otra constante o variable que es usada para el programa de control o el CPU. Esta también retiene la información de los estados del sistema de entradas y salidas una vez que han sido leídos y ajustados respectivamente por el programa de control.

La ejecución requiere un almacenamiento permanente de su contenido y no puede ser deliberadamente o accidentalmente alterados por la pérdida de energía eléctrica o por su uso.

Aunque existen varios tipos de memoria, éstas pueden ser clasificadas dentro de las siguientes categorías:

-VOLATIL.

-NO VOLATIL.

La memoria volátil pierde su programación si toda la alimentación de operación es interrumpida. La memoria volátil es fácilmente modificada y bastante apropiada para muchas aplicaciones, cuando son soportadas por baterías de respaldo y con posibilidad de copiada en cinta o disco.

En la memoria no volátil su contenido es retenido, aún dándose una completa pérdida de alimentación.

Los controladores programables incluyen tanto memorias no

volátiles como las volátiles, con una batería de respaldo para éstas últimas.

TIPOS DE MEMORIAS.

A continuación se describirán los tipos de memoria y sus características, las cuales son afectadas ya sea por retener o alterar el programa de control.

MEMORIA SOLO DE LECTURA (ROM).

Esta memoria está diseñada para almacenar permanentemente un programa determinado, el cual no es alterado bajo circunstancias normales. Adquiere su nombre a partir de que su contenido es examinado o leído, pero no para escribirse o alterarse una vez que el programa ha sido almacenado. Este tipo de memoria es generalmente inmune a los cambios provocados por el ruido eléctrico o la pérdida de alimentación, por lo tanto almacena normalmente los programas de ejecución. Ofreciendo las ventajas de velocidad, costo y confiabilidad, puesto que una vez que son programadas sus instrucciones, éstas no pueden ser alteradas por el usuario.

MEMORIA DE ACCESO DIVERSO (RAM O R/W).

Comúnmente se refiere a la memoria de lectura/escritura, que es

diseñada para que la información pueda ser escrita o leída. Esta memoria es volátil pero se puede respaldar su contenido con una batería de respaldo.

La memoria de acceso diverso proporciona un excelente medio para una fácil creación y alteración de un programa, en comparación con otros tipos de memoria, siendo relativamente rápida.

MEMORIA SOLO DE LECTURA PROGRAMABLE (PROM).

Es un tipo especial de memoria sólo para lectura (ROM), su uso más adecuado es para el respaldo permanente de algún tipo de memoria de acceso diverso, tiene la ventaja de no ser volátil, es decir que una vez programada no puede ser borrada o alterada, pero tiene la desventaja de requerir de un equipo especial para su programación.

Esta memoria es apropiada para almacenar un programa que ha sido revisado totalmente, en tanto reside en una memoria de acceso diverso y no requerirá de cambios.

MEMORIA SOLO DE LECTURA PROGRAMABLE BORRABLE (EPROM).

Es un diseño de la anteriormente descrita (PROM), puede ser reprogramada después de ser completamente borrada, por medio de una fuente de luz ultravioleta que incide en una ventana durante aproximadamente 20 minutos.

Puede considerarse esta memoria como un dispositivo de almacenamiento semipermanente, proporcionando un excelente medio de almacenamiento para un programa de aplicación, el cual no requiere cambios.

MEMORIA SOLO DE LECTURA ALTERABLE ELECTRICAMENTE (EAROM).

Esta memoria similar a la anterior, pero en lugar de requerir una fuente de luz ultravioleta para el borrado, se utiliza un voltaje de borrado que se aplica a través de una de las terminales.

Muy pocos controladores utilizan este tipo de memoria.

MEMORIA SOLO DE LECTURA PROGRAMABLE BORRABLE ELECTRICAMENTE (EEPROM).

Este tipo de memoria es un circuito integrado, el cual fue desarrollado a mediados de la década de los setentas. Tiene la flexibilidad de programación como la de acceso diverso (RAM) pero es no volátil.

Varios controladores de tamaño mediano o pequeño están implementando este tipo de memoria, la cual proporciona el almacenamiento permanente del programa, eliminando los retrasos asociados con los cambios de programación.

Una desventaja es que en la escritura de un byte es posible sólo después de borrar dicho byte, el proceso de borrado y escritura

toma aproximadamente de 10 a 15 milisegundos.

MEMORIA TIPO NUCLEO.

Es no volátil y recibe el calificativo tipo núcleo pues únicamente tiene la capacidad de un bit por magnetización, en las direcciones 1 o 0, en los pequeños núcleos de ferrita, el estado del mismo eléctricamente alterable.

Este tipo de memoria fue muy usual en los primeros PLC's, una desventaja distintiva es la baja operación, su costo relativamente alto y los requerimientos de espacios mayores.

MEMORIA DE ACCESO DIVERSO NO VOLATIL (NOVRAM).

Su fabricación actual emplea las memorias convencionales RAM y la no volátil EEPROM en un solo dispositivo. El dato no volátil puede ser almacenado en la EEPROM y al mismo tiempo puede ser escrito o accesado el dato independiente por la RAM, los datos pueden ser transferidos de una a otra al mismo tiempo.

Este tipo de memoria es poco usual, aunque es la solución para los requerimientos de reprogramación y la no volatilidad.

Cuando se pierde la alimentación al controlador, el contenido de la RAM se pierde, pero es restablecido desde la EEPROM a la RAM.

CAPACIDAD DE MEMORIA.

La capacidad de memoria indica el número total de localidades o bits disponibles con que cuenta el procesador del PLC (todos los dispositivos de este utilizan lenguaje binario), un bit es la unidad mínima de memoria y se representa por un 1 o un 0, una combinación de ocho bits, en el caso del sistema octal o de dieciseis en el hexadecimal, forman un caracter (en código ASCII) a éste se le conoce como un byte, otra unidad de memoria es el K y equivale a 1024 bytes.

Los PLC's pequeños que tienen de 10 a 64 entradas y salidas, tienen capacidad de memoria fija. Aquellos que manejan 64 o más entradas y salidas, pueden expandirse en incrementos de K, 2K, 4K,...,etc.

El término memoria de utilización se refiere al número de localidades de memoria requeridas para almacenar cada tipo de instrucción, este dato es proporcionado por el fabricante.

Se debe tomar en cuenta que los requerimientos están en función de la cantidad de entradas y salidas, del programa de control, y de la manipulación y almacenamiento de datos, necesitándose por lo regular memoria adicional, para permitir cambios, modificaciones o expansiones futuras, normalmente se recomienda considerar de un 25% a 50% más del requerimiento mínimo.

Es importante señalar que el circuito de alimentación al PLC sea

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

independiente de otros circuitos, considerando una fuente de respaldo que entre en relevo de la alimentación de línea.

3.4 SISTEMA DE ALIMENTACION

El sistema de alimentación juega un papel muy importantante en la operación del sistema, ya que tiene la función de proporcionar suministro eléctrico debidamente regulado, así como la protección de los componentes del mismo.

Usualmente la alimentación a un PLC se hace con una fuente de C.A.; sin embargo algunos sistemas se alimentan con C.D., siendo éste último aplicado en operaciones donde se usan fuentes de alimentación en C.D., como en el caso de las plataformas de la zona marina. Los requerimientos de voltaje más comunes son los siguientes: 120 o 220 V.C.A, Y 24 V.C.D.

En la industria se tienen fluctuaciones en la alimentación, tanto en voltaje como en frecuencia, de acuerdo a la experiencia se tiene una tolerancia de más menos 10 a 15 % de la alimentación nominal, cuando esto sucede ya sea sobre o bajo los límites, y durante un cierto tiempo (usualmente de 1 a 3 ciclos); la mayoría de los sistemas están diseñados para ejecutar un comando de paro de procesador. Dichas variaciones pueden provocar pérdidas en la producción debido al paro del sistema, para evitar esto

normalmente se acostumbra instalar un transformador de voltaje constante.

Es importante que el circuito de alimentación del PLC, sea independiente de otros circuitos, así como contar con una fuente de respaldo que entre en funcionamiento cuando se saque de operación el sistema.

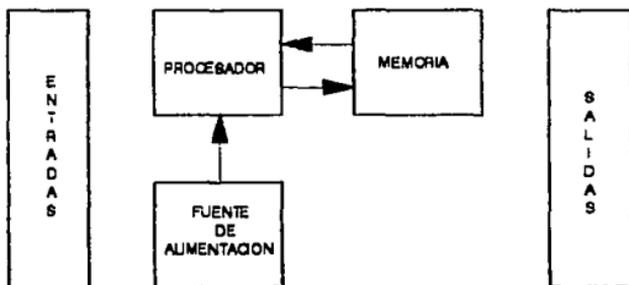
3.5 SISTEMA DE ENTRADAS Y SALIDAS

El sistema de entradas y salidas, figura 3.3, proporciona la conexión física entre el equipo de campo y la unidad central de procesamiento. A través de varios circuitos de interfase, el controlador puede sensar y medir las variaciones del equipo o proceso, tales como proximidad, posición, operación, nivel, temperatura, presión, corriente y voltaje, y en función de estos parámetros el CPU emite los comandos necesarios para controlar varios dispositivos, tales como válvulas de control, motores, bombas, alarmas, etc.

Entradas/salidas discretas.

El sistema más común de entradas/salidas es de tipo discreto, es decir que sensan señales como energizado-de-energizado, abierto-cerrado, en otras palabras el equivalente a el

funcionamiento de un interruptor; por lo tanto para el circuito de la interfase, toda entrada discreta es esencialmente un interruptor que está abierto o cerrado, de la misma manera, la salida de control está limitada a los dispositivos que solo requieren la interrupción de uno de los dos estados.



SISTEMA DE ENTRADAS/SALIDAS
FIGURA 3.3

La tabla 3.1 nos muestra una lista típica de dispositivos de entrada/salida discretos.

Cada entrada y salida discreta es alimentada por alguna fuente que puede o no ser de la misma magnitud o tipo (120 V.C.A., 24 V.C.D.) por esta razón, los circuitos de interfase son utilizados para diferentes rangos de voltaje de C.D. y C.A., como se muestra en la tabla 3.2.

DISPOSITIVOS DE ENTRADA

Interruptor selector
Interruptor de botón
Interruptor límite
Interruptor de proximidad
Interruptor de nivel

DISPOSITIVOS DE SALIDA

Alarma
Relevador de control
Luces
Válvulas
Arrancador de motor
o solenoides

TABLA 3.1

INTERFASES DE ENTRADA

24 VOLTS C.A./C.D.
48 VOLTS C.A./C.D.
120 VOLTS C.A./C.D.
230 VOLTS C.A./C.D.
ENTRADA AISLADA

INTERFASES DE SALIDA

12-48 VOLTS C.A.
120 VOLTS C.A.
230 VOLTS C.A.
12-48 VOLTS C.D.
CONTACTO (RELEVADOR)

TABLA 3.2

En la operación, si un interruptor es cerrado, la interfase de entrada detecta el voltaje suministrado y lo convierte en una señal digitalizada, es decir a un nivel lógico en función de ceros y unos aceptable para el CPU, e indica el estado del dispositivo,

(considerando una lógica negativa o positiva). En el circuito de interfase de salida, el voltaje de control suministrado energiza o de-energiza el dispositivo. Si una salida es energizada a través del programa de control, el voltaje de control es interrumpido por el circuito de interfase para activar el dispositivo de salida de referencia (direccionamiento).

DESCRIPCION DE LAS INTERFASES.

ENTRADAS C.A./C.D.

Un diagrama a bloques de un circuito típico de entradas se muestra en la figura 3.4 (puede variar de acuerdo a fabricante). El circuito de entrada está compuesto de dos partes primarias: La sección de alimentación y la sección lógica, estas dos secciones están acopladas normalmente mediante un circuito, el cual los separa eléctricamente.

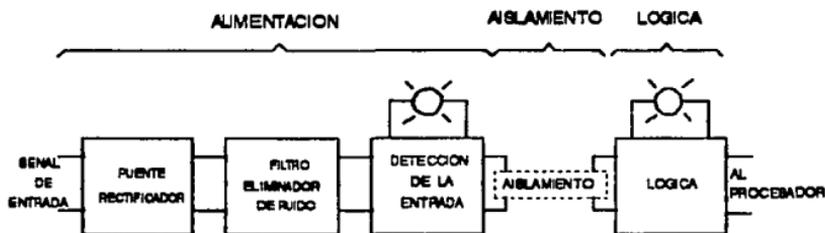
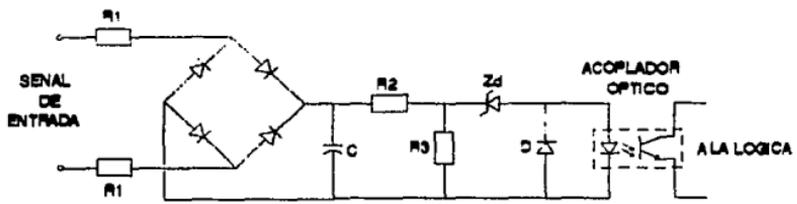


DIAGRAMA A BLOQUES DEL CIRCUITO DE ENTRADA CA/CD

FIGURA 3.4

En la figura 3.5 se muestra el circuito de entrada de C.A./C.D. típico. El puente rectificador convierte la señal (C.A. o C.D.) a un nivel de C.D. que pasa a través de un cicuito de filtraje, el cual protege contra señales no deseables y ruido eléctrico; el filtraje causa un retraso en la señal que va de 9 a 25 mseg. El cicuito de entrada detecta si la señal de entrada tiene el nivel de voltaje requerido, si la señal de entrada se excede y permanece sobre el voltaje de entrada una duración menor que el retraso de filtraje, la señal será reconocida como válida. Cuando la señal de entrada ha sido detectada, ésta pasa a través del circuito aislador el cual realiza la transición de C.D. a un nivel lógico digitalizado, esta separación eléctrica previene altos voltajes que dañarían al PLC; normalmente se utiliza un acoplador óptico como se muestra en la figura, o un transformador de pulsos.



CIRCUITO DE ENTRADA DE CA/CD TÍPICO

FIGURA 3.5

SALIDAS DE C.A.

La figura 3.6 muestra el diagrama de bloques de un circuito de salida de C.A. típico, el cual consta de dos secciones, la lógica y la de alimentación, acopladas mediante un aislador. La interfase de salida puede ser un interruptor sencillo, a través del cual se proporciona la alimentación al dispositivo de control, que se encuentra en campo.

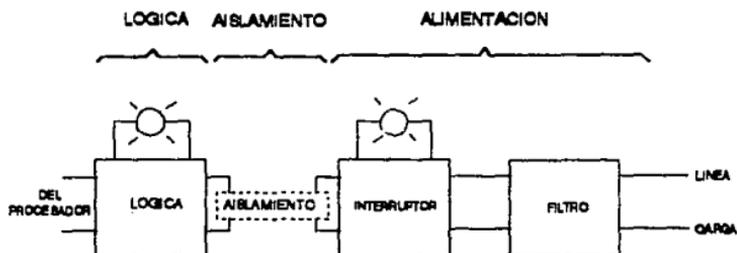


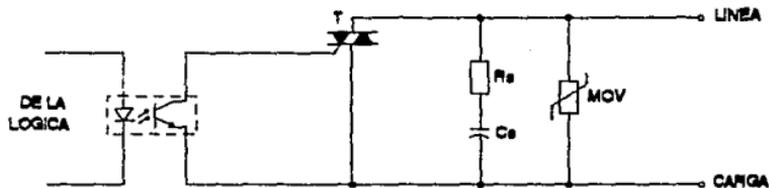
DIAGRAMA A BLOQUES DEL CIRCUITO DE SALIDA DE C.A.

FIGURA 3.6

En operación normal, el procesador envía al circuito lógico el estado de la salida de acuerdo a la lógica del programa. Si la salida es energizada, la señal del procesador es suministrada a la sección lógica y pasa a través del circuito aislador el cual acciona el interruptor que alimenta el dispositivo de campo. La

figura 3.7 muestra un circuito de salida de C.A. típico.

La sección de interrupción generalmente utiliza un rectificador controlado de silicio para actuar como interruptor de



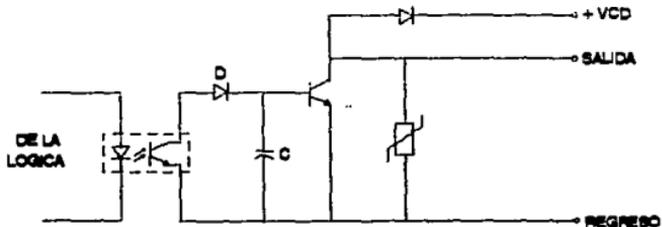
CIRCUITO TIPICO DE SALIDA DE C.A.

FIGURA 3.7

alimentación, el interruptor es normalmente protegido por un circuito RC y frecuentemente con un varistor de óxido metálico (MOV), el cual es usado para limitar los picos de voltaje para algún valor abajo del rango máximo, y también para prevenir el ruido eléctrico que afecte la operación del circuito. Un fusible puede ser proporcionado en el circuito de salida para prevenir corrientes excesivas por algún desperfecto en el interruptor de C.A.

SALIDAS DE C.D.

La operación de la salida de C.D. es similar a la salida de C.A.; sin embargo el circuito de alimentación emplea un transmisor de potencia. Los transmisores son también susceptibles de dañarse por voltajes excesivos y corrientes altas, lo cual puede resultar en una sobredisipación y una condición de corto circuito, para prevenir estas condiciones el transmisor es normalmente protegido por un diodo. La figura 3.8 muestra un circuito de salida típico.



CIRCUITO TÍPICO DE SALIDA DE C.D.

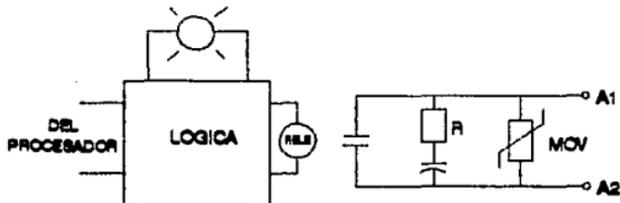
FIGURA 3.8

SALIDA DE CONTACTOS

La interfase de salida de contactos permite que los dispositivos sean interrumpidos por un contacto de relevador ya sea normalmente abierto o normalmente cerrado.

El aislamiento eléctrico entre la señal de salida de alimentación y la señal lógica es proporcionada por la separación no solo entre los contactos, sino también la y los contactos. El filtrado y los fusibles son generalmente incorporados, como se muestra en la figura 3.9.

La salida de contactos puede ser usada para cargas ya sea de C.A. o C.D., en los diferentes niveles de voltaje.



CIRCUITO TÍPICO DE SALIDA DE CONTACTOS

FIGURA 3.9

ENTRADAS Y SALIDAS AISLADAS.

Las interfaces de salida y entrada usualmente tienen una línea de conexión de retorno, para cada grupo de entradas o salidas en un módulo sencillo, sin embargo algunas ocasiones éstas pueden ser

requeridas para conectar un dispositivo a la entrada o a la salida. En este caso la interfase de salida o entrada aislada, con líneas de retorno separadas para cada circuito de entrada/salida son susceptibles de aceptar señales de C.A o C.D.

CAPITULO IV

INTERFAZ HOMBRE-MAQUINA

4.1 EQUIPO PERIFERICO.

La mayor cantidad de beneficios de los PLC's son realizados a través del uso de equipos periféricos, dichos beneficios pueden ser, el almacenamiento en la memoria del programa de control y la extracción del mismo, así como una herramienta muy importante en la detección de fallas y mantenimiento de los sistemas o equipos de proceso, de lo anterior se concluye que los equipos periféricos son de vital importancia para el personal de operación, ya que a través de ellos se obtiene información de campo.

Los PLC's han tenido muchos avances en los métodos de programación que simplifican el almacenamiento y monitoreo del programa de control. Con el manejo de equipo periférico se facilita la comunicación que se realiza entre el PLC y el usuario siendo ésta una actividad sencilla y flexible.

La siguiente lista muestra los equipos periféricos más comunes asociados a los PLC's.

Programador con tubo de rayos catódicos (TRC).

Miniprogramadores.

Cargadores de programa.

Memoria de arranque.

Computadoras.

4.2 PROGRAMADOR DE TUBO DE RAYOS CATODICOS.

El programador con TRC (computadora personal) es posiblemente el equipo más comúnmente utilizado para la programación del PLC. Este contiene una pantalla con un teclado, (ver figura 4.1), el cual tiene la capacidad de comunicarse con la unidad central de procesamiento y desplegar los datos en una cantidad considerable de diagramas de escalera, lo que simplifica la interpretación del programa.

Los programadores con TRC están normalmente clasificados en dos grupos: el no inteligente y el inteligente, estos dos grupos difieren en capacidad y en precio. Existen algunos programadores con TRC que son portátiles y fácilmente transportables.

PROGRAMADOR CON TRC NO INTELIGENTE.

Este tipo de programador con TRC ha sido muy usado durante años como un equipo de programación relativamente económico. Como su nombre lo dice, este programador no está basado en un microprocesador, toda la programación necesaria para la creación del programa y el despliegue está contenida en la memoria de ejecución del PLC. Este equipo deberá estar conectado al PLC para insertar el programa de control, estando así en una constante comunicación con el procesador, esto es lo que se conoce como comunicación en línea. .

No obstante de no estar basado en un microprocesador, este tipo de

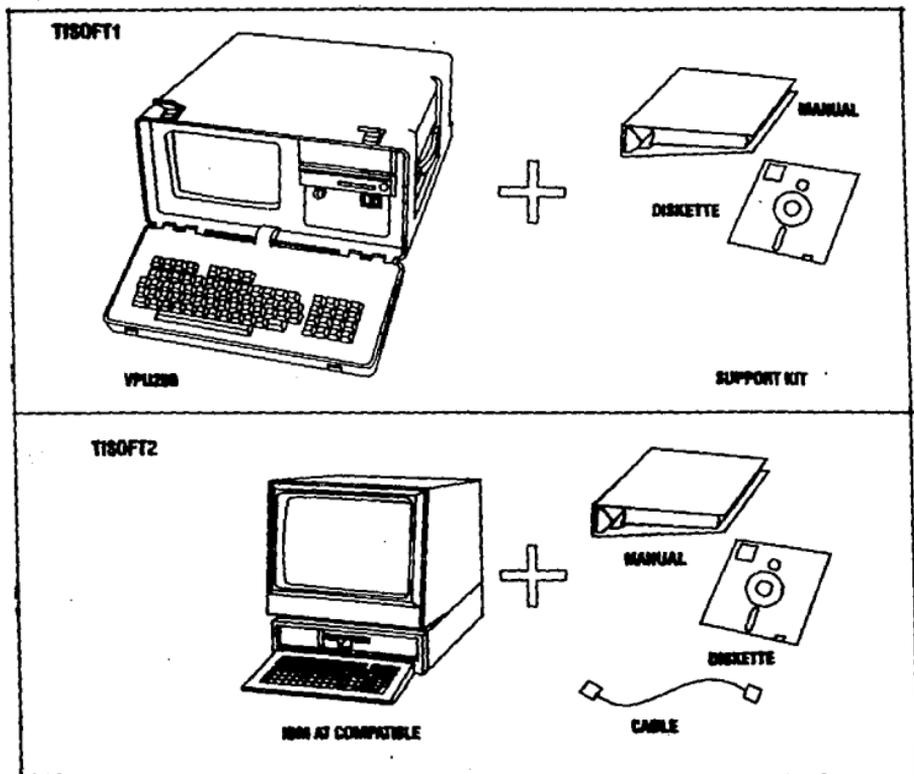


Figura 4.1 PROGRAMADOR DE TUBO DE RAYOS CATODICOS

programador puede ser usado para propósitos de monitoreo.

PROGRAMADOR CON TRC INTELIGENTE.

El programador con TRC inteligente es un equipo basado en un microprocesador, que no solo proporciona despliegues de la lógica, sino que también tiene la capacidad de editar el programa y realizar otras funciones independientes de la unidad central de procesamiento del PLC. Este tipo de programador tiene su propia memoria de programación para la creación, alteración y monitoreo del programa de control; siendo una herramienta importante en la programación del mismo, ya que puede ser editado y almacenado sin estar conectado al PLC, esta capacidad es conocida como programación fuera de línea.

Estos programadores inteligentes exceden en costo dos o tres veces en relación al programador no inteligente, anteriormente descrito, sin embargo muchos diseños de programadores operan para toda una familia de controladores programables. En general este programador trae dispositivos para cinta o discos que permiten el almacenamiento de uno o más programas para diferentes PLC's, esta capacidad de almacenamiento puede también ser usada para el propósito de recolección de datos.

Los programadores con TRC, inteligentes más sofisticados tienen ventajas adicionales que los hacen más atractivos, dichos beneficios son: operar como interfase en una red que permita al

programador conectarse con otros equipos, este arreglo permite a la terminal tener acceso al PLC, y así cambiar los parámetros o programas. Si la programación lo permite, este arreglo también permitirá la centralización de la recolección de datos y su despliegue, para diferentes PLC's que estén dentro de dicha red.

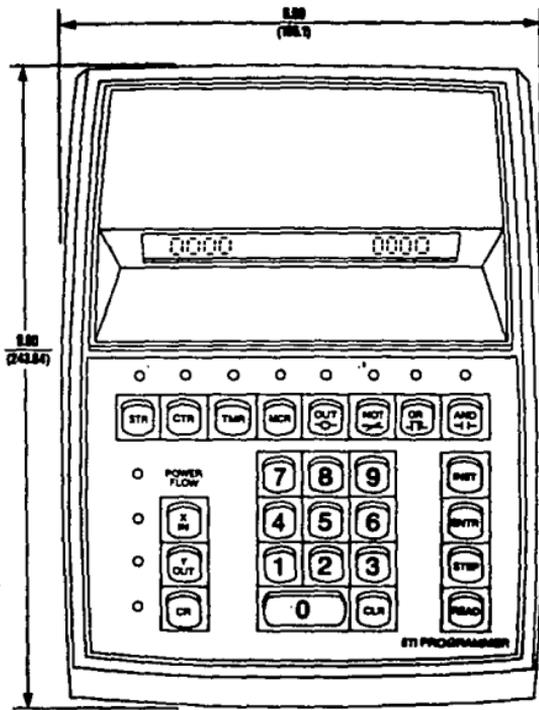
4.3 MINI-PROGRAMADORES.

Los mini-programadores son también conocidos como programadores manuales, físicamente estos dispositivos son similares a una calculadora de mano pero con una pantalla de mayor capacidad y un teclado un tanto diferente. ver figura 4.2. La pantalla está compuesta principalmente por cristal líquido, y el teclado con caracteres numéricos, instrucciones de programación y funciones especiales. Algunos PLC's llevan integrado el mini-programador con la ventaja de desmontarse del mismo.

Los mini-programadores son principalmente utilizados para la corrección y adición al programa de control, aunque también son usados para el arranque, modificación y monitoreo del control lógico. Así como el programador con TRC, el mini-programador está diseñado para ser compatible con dos o más controladores de una misma familia, aunque normalmente se usan para los controladores pequeños.

Una ventaja importante que ofrece el mini-programador es la

TOP VIEW



SIDE VIEW

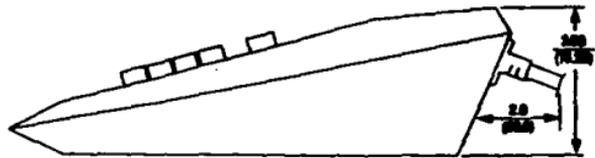


Figura 4.2 MINI-PROGRAMADORES.

versatilidad en su manejo y su costo. Los mini-programadores pueden ser inteligentes y no inteligentes. El programador de mano no inteligente es utilizado para la programación y corrección del programa de control, con la limitante de memoria y el tamaño de la pantalla, y además realizar el monitoreo y corrección en línea. El mini-programador inteligente está basado en un microprocesador y proporciona algunas de las ventajas del programador con TRC. Estos equipos pueden ofrecer rutinas de diagnóstico de sistemas y lo mismo sirve como una interfase con el operador el cual despliega mensajes a la máquina o proceso a controlar.

4.4 CARGADOR DE PROGRAMAS.

Como su nombre lo indica, los cargadores de programa son utilizados primeramente para cargar o recargar el programa de control en la memoria del controlador programable. Una vez que el programa lógico ha sido creado, corregido y depurado en un programador de TRC o un programador manual, éste es normalmente transmitido al cargador, ya sea directamente o al PLC y almacenado para recuperarse más tarde. Existen esencialmente dos tipos de cargadores de programas: grabador de cassette y módulos de memoria electrónicos. Ver figura 4.3.

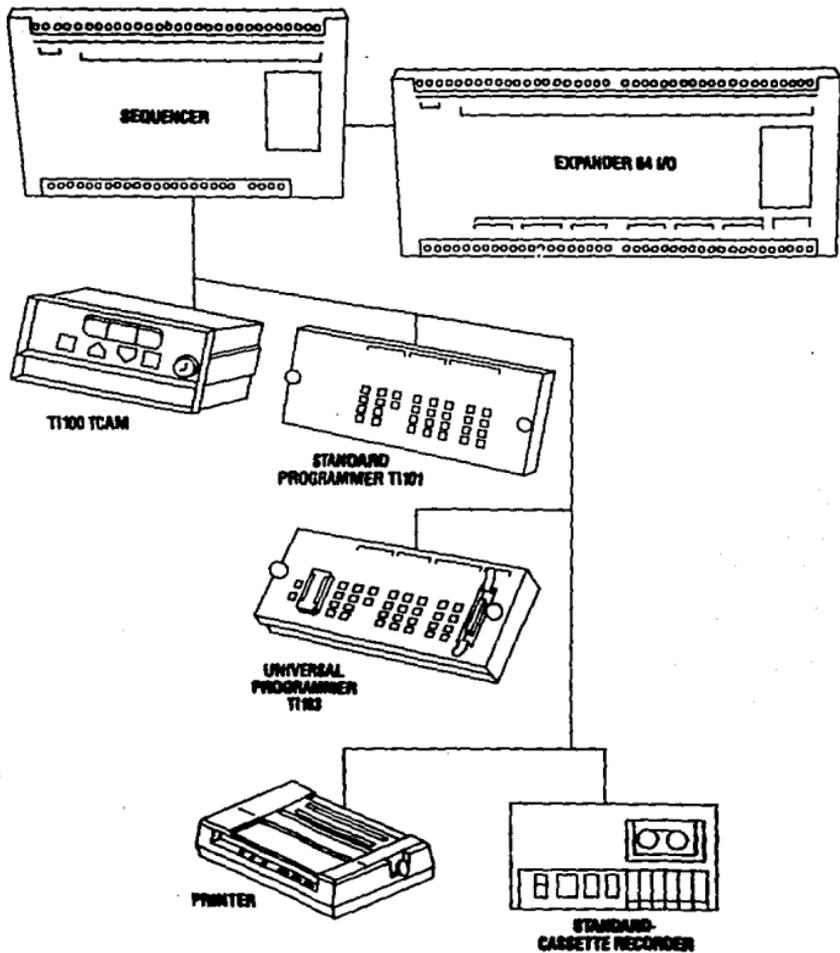


Figura 4.3 CARGADOR DE PROGRAMA CON GRABADOR DE CASSETTE

GRABADOR DE CASSETTE.

Estos dispositivos han sido usados en toda la industria por muchos años como un medio de almacenar y corregir un programa de control. El grabador de cassette se comunica con el PLC via un puerto o a través de una interfase de comunicación en un circuito de 20 mA de corriente, para un rango de velocidad de 300 a 9600 bauds. Una grabadora de cassette portátil puede ser usada para almacenar programas de control con la ayuda de un programador manual.

MODULO DE MEMORIA ELECTRONICO.

Estos módulos son probablemente los dispositivos más pequeños para almacenar y recargar un programa. Contiene comúnmente una memoria EPROM o una EEPROM con los circuitos electrónicos para la escritura o lectura de un programa completo del PLC. Los módulos de memoria electrónicos son dispositivos baratos que proporcionan gran flexibilidad para requerimientos de rápido almacenamiento para diferentes programas y para diferentes máquinas, facilita las modificaciones que se hagan en campo al programa de control.

Este tipo de módulos de memoria electrónica son normalmente utilizados en PLC's pequeños, aunque existe la tendencia para desarrollar un diseño para controladores grandes.

4.5 MEMORIA DE ARRANQUE.

Dados los avances de la tecnología en las memorias y la programación, existen pocos controladores de bajo costo que utilicen programadores (memoria de arranque) ROM, PROM o EPROM para acceder y corregir un programa almacenado permanentemente. Al acceder un programa en un PLC se requiere que halla sido codificado y cargado en la memoria que almacena el programa. Esta memoria será entonces insertada en la unidad central de procesamiento como memoria de aplicación.

4.6 COMPUTADORAS.

Algunos fabricantes de controladores proporcionan computadoras al personal con un lenguaje de programación especialmente diseñado para poder programar un PLC. Una computadora es un equipo de programación que proporciona varias ventajas sobre muchas unidades de programación convencional.

CAPITULO V

DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ENTRADAS Y SALIDAS

5.1 COMUNICACIONES

REDES DE AREA LOCAL.

La cantidad de sistemas computarizados ha crecido debido a los avances en microelectrónica, lo que ha dado lugar a la necesidad de un nuevo tipo de red de computadores, llamada red de Área local (LAN, Local Area Network). Las redes de Área local se originaron como un medio para compartir dispositivos periféricos en una organización. A partir de esta primera aplicación se han usado para muchos propósitos, incluyendo las bases para sistemas de cómputo fiables y complejos en los cuales las tareas relacionadas con un computador central se distribuyen en varias máquinas más pequeñas. Como su nombre indica, una red local cubre un área geográfica limitada. El computador se conecta directamente a la red por medio de un nodo de la red que realiza las funciones necesarias para que el computador reciba y transmita los paquetes. En los últimos años el costo de los dispositivos conectados a una red local ha disminuido en forma espectacular, por lo que es deseable que el costo de conexión a la red baje. Como la red se puede utilizar para compartir dispositivos de almacenamiento de archivos o para la cooperación en tiempo real entre los procesadores que se encuentran en la red, se debe poder transmitir con rapidez grandes volúmenes de datos. Las distancias que cubre una red local son relativamente pequeñas,

y ello permite usar medios de comunicación de alto grado sin influir demasiado en el costo total del sistema. Esto significa que las velocidades a las cuales se transfiere la información pueden ser altas sin la costosa necesidad de fortalecer la señal que se transporta por la trayectoria de comunicación a intervalos frecuentes. La mayoría de las redes de área local actuales operan a velocidades de hasta 10 Mbps en distancias inferiores a 10 Km.

ESTANDARES DE ARQUITECTURA DE REDES.

Cuando la importancia de las redes de computador fue evidente, se llegó a la necesidad de contar con un conjunto de estándares para definir como se realizarían tales sistemas. Dichos estándares simplificaron la tarea de interconectar redes producidas por diferentes fabricantes para formar grandes sistemas. Los estándares propuestos dividieron la arquitectura de la red en una jerarquía de niveles construidos uno sobre otro. Cada nivel sirve al nivel superior y a su vez utiliza el servicio que le da el inferior. Es importante que haya una interfase bien definida entre cada nivel de la jerarquía.

Para el usuario, que está en la cúspide de la jerarquía de la red, parece que la conversación con otro usuario tiene lugar por un enlace directo. De hecho, esta conexión virtual se produce a través de todos los niveles inferiores de la red. En cada nivel de la jerarquía hay una conexión virtual con el nivel correspondiente

del interlocutor. El único nivel en el que hay un enlace directo es el inferior, en el cual hay un medio de transmisión físico que conecta el computador con la red. La aplicación de los niveles del protocolo en los diferentes computadores de la red no tiene que ser igual, el único requisito es que coincida la estructura de las interfases entre ellos. También deben coincidir las técnicas utilizadas en las diferentes funciones de control de la red, como el control de errores, el control de flujo y las necesidades de almacenamiento temporal (buffering) de los nodos de la red.

INTERCONEXION DE SISTEMAS ABIERTOS

El paso más divulgado hacia la estandarización de las redes de computadores fue la definición del modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos (OSI, Open Systems Interconnection), por la Organización Internacional de Estandares (ISO). Este estándar define la estructura de una red como una jerarquía de siete niveles, cada uno de los cuales tiene una función bien definida.

El objetivo principal de OSI es definir como se debe ver desde fuera un nodo de la red, es decir, desde otros nodos de la red. Esto permite la interconexión de redes que difieren en los aspectos de aplicación, organización interna y operación. A continuación, se da una breve descripción de los siete niveles del modelo OSI.

1. El nivel físico es en el que se lleva a cabo el intercambio de señales eléctricas que representan los datos y la información de control. Este nivel incluye la especificación de las características mecánicas y eléctricas de la conexión física. También se definen los procedimientos para establecer, mantener y liberar las conexiones entre los circuitos eléctricos que están enlazados por medio de comunicación.

2. El nivel de enlace de datos toma el sistema de comunicaciones a partir de los bits que da el nivel físico y le superpone un medio de transmisión de datos e información de control. El protocolo usado puede ser orientado a caracteres, donde se usan caracteres de control para delimitar los diversos campos del bloque básico de transmisión, o puede basarse en el significado posicional. En este nivel se realiza el reconocimiento de la recepción de datos, así como el control de errores, con la posibilidad de retransmisión si es necesario. También puede estar presente en este nivel el control de flujo para evitar que los dispositivos más rápidos saturen a los más lentos.

3. El nivel de red toma bloques de datos del tamaño de paquetes del nivel de transporte y les añade información de dirección y encaminamiento que completan el paquete. La elección del algoritmo de encaminamiento es arbitraria, de modo que éste puede ser fijo o adaptable, en cuyo caso los paquetes se encaminan de acuerdo con las cargas actuales de tráfico en la red. Este encaminamiento se

puede limitar a una sola red o extenderse a la transferencia de paquetes entre redes interconectadas.

4. El nivel de transporte proporciona un servicio de transmisión y recepción de datos fiable al nivel de sesión. Los datos se transmiten de la manera más eficiente posible para las necesidades del nivel de sesión. Puede ser una conexión virtual libre de errores con reconocimientos para cada paquete a fin de asegurar el intercambio de datos. También podría ser un servicio de transmisión sin garantía de entrega y conveniente para cierto tipo de tráfico, voz digital, por ejemplo. El nivel de transporte toma los datos del nivel de sesión y los divide en partes del tamaño del campo de datos de un paquete. Después pasa los bloques de datos al nivel de red.

5. El nivel de sesión establece, mantiene y termina una conexión con un proceso en un computador remoto. Este nivel debe ser un servicio fiable al nivel de presentación y tener la capacidad de reestablecer una conexión en caso de que falle uno de los niveles más bajos de la jerarquía. Mientras se establece una conexión, el nivel de sesión debe poder negociar con la máquina remota ciertos parámetros de la conexión. Estos pueden incluir el tipo de comunicación que se empleará, cómo se va a controlar la integridad de la conexión y que calidad de servicio esperan los usuarios de la sesión.

6. El nivel de presentación proporciona un conjunto de

servicios que se pueden usar en el proceso de intercambio de datos a través de la conexión de la sesión. Los servicios pueden incluir, por ejemplo, compresión, traducción y cifrado de los datos.

7. El nivel de aplicación es el más alto de la jerarquía de la red. Este nivel del protocolo interactúa directamente en el software de aplicación que transfiere datos a través de la red. Los demás niveles de la jerarquía existen con el único propósito de satisfacer las necesidades de este nivel y ocultan las características físicas de la red subyacentes.

PROTOSCOLOS DE REDES LOCALES.

Las redes locales proporcionan un sistema básico de transmisión para transportar, en paquetes, pequeñas cantidades de información de un nodo de la red a otro. La red procurará entregar los paquetes a su destino correcto, pero rara vez garantizará su llegada.

Los datos que transportan los paquetes normalmente son parte de mensajes que se transfieren entre usuarios de la red. Algunas veces los mensajes son pequeños y caben en un solo paquete, pero otras veces son tan grandes que hay que dividirlos en varios paquetes. Con frecuencia, se pasan mensajes entre pares de computadores que están en diálogo. En este caso una secuencia de paquetes que conforman un mensaje fluirá de un computador a otro y

posteriormente otro mensaje se pasará en la dirección inversa. El diálogo continúa con el paso de mensajes de ida y vuelta. La función del protocolo aplicado en la cúspide del sistema de transmisión de la red es proporcionar este servicio.

Para realizar esta función, el controlador del protocolo toma mensajes completos del proceso del usuario y los divide en unidades de transmisión apropiadas y definidas por el tamaño de paquete de la red. A continuación, transmite cada unidad de acuerdo con el método de acceso de la red. Normalmente, el controlador del protocolo se aplica en software, pero es posible aplicarlo en hardware para protocolos muy simples. Cuando se ha transmitido un mensaje, el sistema de protocolo de recepción debe informar al sistema de protocolo de transmisión si la transferencia ha tenido éxito o no. El sistema remoto realiza lo anterior, transmitiendo reconocimientos a la fuente de los mensajes. Normalmente, el reconocimiento dice que los datos han sido recibidos sin error. En algunos casos puede darse un reconocimiento negativo, indicando que el receptor ha recibido alguno o todos los mensajes y ha encontrado algún tipo de error en ellos, esta forma de reconocimiento se interpreta como una petición para transmitir el mensaje.

TOPOLOGIAS DE LAN.

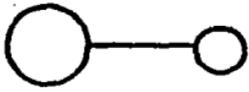
La topología de una LAN normalmente es una descripción del

cableado que conecta los nodos de una red. Las topologías empleadas por las LAN suelen ser simples e incluyen anillos, estrellas y canales. Actualmente las topologías más usadas por las LAN son la de canal y la de anillo; la razón de su preferencia es que ambas son bastante sencillas de aplicar. Los anillos y canales sólo requieren un tipo de nodo sobre la red. Este nodo sirve para conectar los dispositivos y para realizar el encaminamiento. Las otras topologías generalmente requieren dos tipos de nodos: nodos de red para la conexión de los dispositivos y nodos de conmutación para el encaminamiento de los paquetes. En la figura 5.1 se muestran las topologías de red.

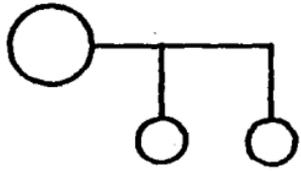
TOPOLOGIA DE CANAL (BUS).

En ésta, la más sencilla de las topologías de LAN se usa un medio de comunicación común al cual se conectan todos los nodos de la red. la conexión en el nivel físico es tan simple que sólo hay que conectar el dispositivo al medio. Cuando se coloca un paquete en el canal, lo ven todos los dispositivos conectados a éste. Desde el punto de vista de la interconexión de dispositivos e instalación de la red, los sistemas línea común suelen ser más sencillos que otros.

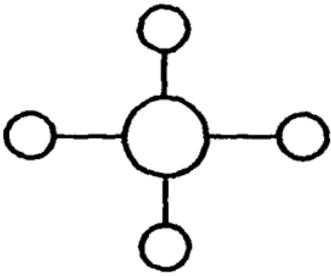
Los sistemas de canal se han diseñado y aplicado usando una gran variedad de medios de comunicación; tanto los tipos de cables (coaxial, par torcido) y atmosférico, son apropiados para usarlos como canales.



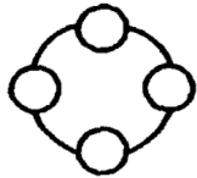
PUNTO A PUNTO



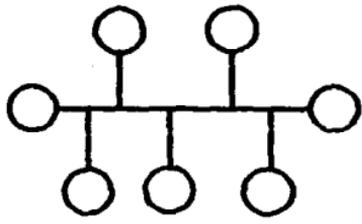
MULTIPUNTOS



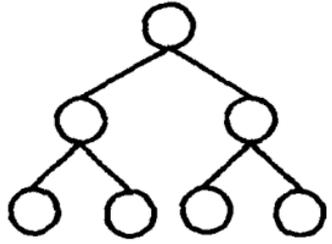
ESTRELLA



ANULAR



ESTRUCTURA DE BUS O COLECTOR



JERARQUICA

TOPOLOGIAS DE REDES DE AREA LOCAL

Figura 5.1

TOPOLOGIA DE ANILLO.

Una red en anillo contiene un medio de comunicación cerrado, los datos fluyen sólo en una dirección alrededor del anillo y los dispositivos conectados al anillo pueden recibir datos de éste. Para transmitir, es necesario que el dispositivo interrumpa los datos del anillo para poder introducir los suyos. Estos anillos pueden extenderse a cualquier tamaño si tienen suficientes circuitos regeneradores o repetidores.

Cuando un paquete se transmite por un anillo, éste circulará indefinidamente si no se quita. En algunos sistemas de anillo el paquete es eliminado por la fuente, y en otros, por el destino. Al igual que los canales, cualquier paquete que se transmita puede ser visto por todos los nodos de la red, con lo que es posible transmitir datos a varios nodos con un solo paquete.

METODOS DE ACCESO PARA REDES EN LINEA COMUN (BUS).

Cuando una fuente transmite por una red en línea común, sus señales las oyen todos los demás dispositivos conectados a la línea común. Se desprende de ello que sólo se puede permitir la transmisión a un dispositivo, ya que si dos dispositivos transmiten simultáneamente sus señales se interferirán y serán ilegibles. La línea común no necesita ser un medio físico como un cable; las primeras redes de este tipo utilizaron como medio los

canales de radio.

Los métodos de acceso más comunes para las redes de difusión se denominan de acceso aleatorio. En ellos, el control para ver si se puede llevar a cabo una transmisión, se distribuye entre los nodos conectados a la red. Cuando un dispositivo decide transmitir, lo hace esperando ser el único dispositivo transmisor sin que ningún otro lo interrumpa. Si el nivel de tráfico en la red es bajo, la probabilidad de que un dispositivo quiera transmitir al mismo tiempo será suficientemente para confiar que la transmisión tendrá éxito. Se dice que ocurre una colisión de paquetes cuando un nodo comienza una transmisión cuando otro está en marcha; esto puede causar la corrupción de los datos de los dos paquetes. Cuando ocurre una colisión, debe ser responsabilidad de los dos nodos detectarla y cesar la transmisión. Es posible que una colisión de paquetes sólo pueda ser detectada por el nodo receptor usando procedimientos de verificación de errores en el paquete entrante. En este caso corresponde al protocolo de mayor nivel, hacer un reconocimiento o tiempo de espera e iniciar la retransmisión. El tiempo de espera debe ser diferente para cada nodo de la red, con el fin de evitar la posibilidad de una segunda colisión.

RED ETHERNET

Se trata de una red de difusión de tipo de línea común, cuyo medio de transmisión es un cable coaxial llamado Ether. Ethernet se

diseño como un sistema de comunicaciones apropiado para que se basaran en él sistemas distribuidos de computadores. Los diseñadores de Ethernet partieron de un esquema puramente de difusión e intentaron hacer la red lo más eficiente posible reduciendo el ancho de banda desperdiciado por las colisiones de paquetes. De ahí que se haya usado el método de acceso múltiple por detección de portadora por detección de colisiones. En este esquema, un transmisor potencial escucha al medio de comunicación para determinar si hay una transmisión en la red. Si el Ether está en silencio, entonces se realiza la transmisión, aunque sin ninguna garantía de éxito. Como hay una probabilidad finita de que otra estación comience una transmisión al mismo tiempo, puede ocurrir una colisión. El período de tiempo crítico durante el cual puede ocurrir una colisión es igual al retardo de propagación de extremo a extremo del Ether. Cuando ocurre una colisión, ésta se detecta por un circuito en cada nodo transmisor y se abortan los paquetes, dejando la red en silencio. Para que éste esquema funcione es necesario que el paquete más corto sea suficientemente grande para alcanzar toda la red. Así a medida que aumenta el tamaño de la red, también debe aumentar el tamaño mínimo del paquete. Como solo hay una gran probabilidad de que un paquete sea entregado una vez iniciada la transmisión, Ethernet se considera como una red probabilística.

La topología de red que eligieron los diseñadores de Ethernet fue

la estructura de canal pasivo, por ser apropiada para expansiones modulares y por cuestiones de confiabilidad. La cantidad de hardware que tenía que ser confiable para que el sistema no fuera susceptible a fallos en los nodos es pequeña. Sin embargo, en general, una ruptura en el medio de transmisión sería catastrófica debido a que los reflejos de los cables no terminados causarían la colisión de los paquetes.

Una Ethernet es similar a un árbol sin raíz, a partir del cual se pueden extender nuevas ramas cuando sea necesario.

Un objetivo principal de la especificación era permitir que diversos fabricantes diseñaran productos compatibles. Un segundo propósito para la definición de la especificación Ethernet era intentar la adopción de Ethernet como un estandar industrial para redes locales.

La velocidad de transmisión de datos elegida, fue de 10 Mbps. Como resultado la longitud máxima de la red es de 500 m, aunque usando repetidores de paquetes, esta longitud se puede extender a 2.5 Km.

En resumen se puede decir que el Ethernet es una red de área local que proporciona la facilidad de comunicación para el intercambio de datos a alta velocidad entre computadores y otros dispositivos digitales ubicados dentro de un área geográfica de tamaño moderado. Está destinada primordialmente para ser usada en aplicaciones tales como la automatización de oficinas,

procesamiento de datos distribuidos, acceso a terminales y otras situaciones que requieran conexiones a un medio de comunicación local que soporte un gran volumen de datos de información. Sus características principales son:

- Topología de bus ramificado.
- Cable coaxial de blindaje intermedio.
- Velocidad de transmisión (canal físico): 10 Mbauds máximo.
- Máxima separación de los nodos: 2790 metros.
- Control de la red: distribución equitativa a todos los nodos.
- Longitud del paquete: 64 a 1518 Bytes.

Y además los Ethernet LANs pueden ser implementados en varios medios, incluyendo par trenzado, cable de conexión coaxial fina, cable de banda de base estandar y cable de fibra óptica. Debido a que es el LAN más usado, ha llegado a constituirse en el LAN estandar y su rendimiento de 10 Mb/s del Ethernet permite que los LANs alojen desde un mínimo de dos dispositivos inteligentes, hasta tantos como 8000 en un solo LAN extendido.

SISTEMAS PORTADORES.

Uno de los componentes más importantes que afectan a la operación de una red local es el medio de transmisión. Hay una gran cantidad de medios disponibles para diseño de la red; el medio elegido debe adaptarse a los requisitos de entorno y costo, además de los operacionales del sistema. Lo primero que hay que considerar

en un medio de comunicación es si soportará las velocidades de transmisión que se esperan de la red local, comúnmente de 100 Kbps a 100 Mbps. Los medios tradicionales, como el cable de par torcido o el coaxial, se están reemplazando por nuevos portadores, como fibras ópticas, cuyo costo desciende con la misma rapidez con que avanza esa tecnología.

Otro elemento importante en la selección del portador es la facilidad de instalación y mantenimiento. Una red local debe ser de estructura modular, lo que implica que debe ser fácil de extender, añadiéndose longitudes adicionales de medio. A continuación se tratarán brevemente los distintos medios de comunicación a tener en cuenta para usarse en una LAN.

PAR DE CABLES TORCIDOS.

Un tipo de cable comúnmente usado en las redes locales actuales se llama par torcido. Este cable tiene dos hilos entrelazados con una inclinación calculada para reducir los efectos de la interferencia electromagnética que generan las señales de alta frecuencia transmitidas. Este tipo de medios de comunicación puede soportar frecuencias de transmisión de datos de hasta 10 MHz sin un grado de atenuación alto. Una gran ventaja del par torcido como medio es que resulta barato y fácil de instalar.

CABLE COAXIAL.

El cable coaxial es un cable conductor dual en el que uno de los conductores está envuelto por el otro para protegerlo del ambiente. La señal se transmite dentro del cable central, que está cubierto por un aislante, este cilindro aislante se cubre con un pliegue del segundo conductor, el cual se usa como nivel de tierra. Dependiendo de la calidad de los conductores usados en la construcción del cable, la frecuencia de señal que puede soportar este portador con baja atenuación puede ser de varios cientos de MHz, esto significa también que se puede usar un cable coaxial para enlaces de menor velocidad que se expanden a distancias mayores que las que puede alcanzar un par torcido sin necesidad de regenerar la señal. El cable coaxial tiene propiedades similares a las de un par torcido en lo que respecta a la facilidad de instalación y mantenimiento. Quizas sea el medio de comunicación más usado en el campo de las redes locales.

RADIO.

El uso de sistemas de comunicación basados en la radiotransmisión tiene varias ventajas. La principal es que no hay medio físico para instalar, como cable. En lugar de ello, el medio es la atmósfera. El costo de instalación de un enlace es el de la instalación del transmisor y receptor.

FIBRA OPTICA.

El uso de pequeñas fibras de vidrio como medio de transmisión fue propuesto hace mucho tiempo. Sin embargo, hasta hace muy poco no se consideraba apropiado usarlas en redes locales debido a su alto costo. Los avances en el proceso de fabricación del tejido de las delgadas fibras han hecho que su costo sea comparable al de un cable coaxial.

Las características de transmisión de los cables de fibra óptica los hacen especialmente apropiados para usarse en las redes locales. La atenuación de las señales transmitidas es muy baja, comparada con la de los cables conductores de metal. Las velocidades de transmisión pueden ser de hasta varios cientos de Mbps, para decenas de Kms. Las señales se transmiten por las fibras como ondas de luz de alta frecuencia. El costo de las fuentes de luz y de los detectores necesarios para completar el sistema de transmisión ha bajado a un nivel que hace competitivo este sistema. La fuente de luz más utilizada es el diodo emisor de luz (LED, Ligth Emitting Diode), que funciona alrededor de los 50 MHz.

Una gran ventaja de los sistemas de comunicaciones basados en la tecnología de las fibras ópticas es que pueden utilizarse en ambientes eléctricamente ruidosos sin que se alteren los datos que se están transmitiendo. Esto se debe a que el medio es inmune a la interferencia electromagnética externa. La instalación de cables

de fibra óptica tiene una dificultad similar a la del cable coaxial o el par torcido.

5.2 SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS Y REGISTRO DE EVENTOS.

El conocimiento profundo de un proceso, y su dinámica de comportamiento permiten la operación correcta del mismo.

Con el fin de que un operador conozca la evolución que sufre un proceso, requiere información de las variables involucradas de manera rápida y organizada.

La información del estado actual (tiempo real) en que se encuentran dichas variables, así como un reporte ordenado de éstas, es una herramienta muy valiosa, no sólo para el operador de la planta, sino también a nivel gerencial, ya que en la medida que se refuerza el conocimiento del proceso, coadyuva a una mejor toma de decisiones.

Para que se lleve acabo lo anterior es necesario en primer término, instrumentar el proceso a nivel de señalización (transmisores, interruptores. etc.), y concentrar toda esta información para uso del operador.

La información es recibida por una computadora, procesada y presentada en TRC's, impresoras, indicadores digitales (luces, alarmas visuales y audibles) y registradores analógicos.

Dicho en otras palabras se utiliza la capacidad de la computadora

para adquirir la información del proceso en forma periódica y automática, así como organizarla de manera útil al operador. La computadora es capaz de analizar la información y detectar condiciones anormales del proceso notificándolas al mismo. Otro tratamiento útil es el estadístico, el cual ofrece una visión en periodos de tiempo largos, concentrada y resaltando elementos de información relevantes a la operación de la planta.

Con lo expuesto se trata de resaltar la importancia de los Sistemas de Adquisición de Datos y Registros de Eventos (SADRE) en la operación y mantenimiento de una planta.

ELEMENTOS DE UN SADRE.

Un SADRE está constituido en lo que a equipo se refiere por los siguientes subsistemas:

- Unidades de entrada/salida.
- Equipo de cómputo.
- Equipo periférico.

UNIDADES DE ENTRADA/SALIDA.

Este equipo es la interfaz entre las señales recibidas de campo y el equipo de cómputo que hace uso de ellas.

Por su capacidad de funciones las unidades de e/s se clasifican en: inteligentes y no-inteligentes.

Las unidades de e/s cuentan con una serie de módulos para recibir

las señales de campo, éstas se clasifican de acuerdo al tipo de señal en lo siguiente:

Módulos de entrada.

Entradas analógicas.

Lazo de corriente 4-20 mA.

Lazo de voltaje unipolar 1-5 V.

RTD's.

Termopares.

Entradas digitales.

24 VCD.

127 VCA.

Contactos secos.

Contadores de pulso.

Módulos de salida.

Salidas analógicas.

Lazos de corriente 4-20 mA.

Voltaje 1-5.

Salidas digitales.

24 VCD.

127 VCA.

Relevadores.

Solenoides.

UNIDADES DE E/S NO-INTELIGENTES.

Se utiliza un bus o medio de enlace entre los módulos de e/s y el equipo periférico. Los módulos son interrogados periódicamente por la computadora con el fin de obtener los medios, su función es únicamente permitir la lectura de información de campo y su transferencia a la computadora.

Cuentan con un módulo de comunicación para enlace con la computadora.

UNIDADES DE E/S INTELIGENTES.

A diferencia de las unidades no-inteligentes, cada unidad tiene un procesador local que periódicamente obtiene las entradas de cada módulo de e/s asociados, los valida y mantiene en memoria local de la unidad. Además verifica límites de señal eléctrica, y en algunos casos convierte a unidades de ingeniería. Así mismo cuenta con un módulo de comunicaciones para enlace con la computadora.

Las unidades de e/s inteligentes optimizan el uso de los canales de comunicación de la computadora, así como realizan parte del proceso de información de un SADRE con lo que la computadora queda

libre para realizar otro tipo de actividades, tales como la interacción del usuario con el sistema.

MODULOS DE COMUNICACION.

Con el fin de establecer comunicación con el equipo de cómputo, las unidades de e/s requieren módulos dedicados.

Comúnmente el enlace se realiza a través de canales serie convencionales o redes locales de alta velocidad.

En algunos casos las unidades se encuentran localizadas en áreas geográficas lejanas al equipo de cómputo, por lo cual se utiliza enlace vía modems con velocidades típicas de 300 a 1200 b.p.s.

A continuación se listan los enlaces típicos:

Canal serie EIA RS 232 (decenas de metros).

Canal serie EIA RS 422A (hasta 1.5 Kms.).

Red local Ethernet.

Pista de datos.

EQUIPO DE COMPUTO.

El equipo de cómputo de un SADRE está formado por:

CPU.

Memoria.

Unidades de disco.

Controladores de equipo periférico.

Controladores de comunicaciones.

La capacidad del sistema de cómputo dependerá del volumen de información a manejar, las restricciones de tiempo real impuestas por la dinámica del proceso, las funciones requeridas, el número de terminales que el sistema debe atender y el tiempo de respuesta requerido por el usuario.

En el mercado existen SADRES con una computadora personal y una terminal, hasta superminicomputadoras que atienden hasta 8 terminales y procesan una gran cantidad de información.

EQUIPO PERIFERICO.

El usuario interactúa a través del equipo periférico con el sistema. Básicamente el equipo típico de un SADRE consiste en :

Monitores.

Taclados.

Ratón (mouse).

Impresoras.

Registradores analógicos en papel.

Indicadores digitales.

El usuario cuenta normalmente con una o más consolas de operación, las cuales están formadas por un monitor, teclado e impresora. Desde esta consola, se tiene acceso a la información mantenida por el sistema.

Normalmente en sistemas grandes se dedican monitores e impresoras

para el reporte de alarmas de proceso en forma exclusiva.

CAPACIDAD DE UN SADRE.

Como se mencionó anteriormente un SADRE se dimensiona con base en requerimientos y restricciones tales como: número de señales a adquirir, período de adquisición, cantidad de usuarios del sistema, funciones requeridas y tiempo de respuesta.

Los sistemas se pueden clasificar en tres tipos:

Pequeños.

Capacidad de manejar hasta 500 puntos de e/s.

Períodos de muestreo mínimo de 5 segundos.

Mono-usuario.

Medianos.

Capacidad de hasta 1000 puntos de e/s.

Períodos de muestreo mínimo de 1 segundo.

Dos o tres usuarios.

Grandes.

Capacidad de hasta 4000 puntos de e/s.

Períodos de muestreo de 1 segundo o menos.

Cuatro a ocho usuarios.

ORGANIZACION DE FUNCIONES EN UN SADRE.

El software que constituye a un SADRE se encuentra dividido en las siguientes partes:

ADQUISICION Y ACONDICIONAMIENTO DE INFORMACION.

Su función es obtener el estado actual de las variables del proceso a través de unidades de e/s. Una vez adquiridas, las señales son validadas, transformadas a unidades de ingeniería (si se requiere) o a locuciones de estado (digitales), así como analizar si las variables no han rebasado algún límite de alarma definido. Una vez acondicionado, los valores de las señales se depositan en la base de datos del sistema.

MANEJADOR DE BASE DE DATOS.

Permite a todas las funciones del SADRE acceder/modificar la información contenida en la base de datos de manera controlada, evitando el acceso directo.

CARGADOR DE BASE DE DATOS.

En la mayoría de los sistemas la base de datos, o casi toda reside en la memoria principal de la computadora, por lo que al iniciarse el sistema, se requiere transportar la base de datos en disco a memoria.

La ventaja de tener a la base de datos en la memoria, es la velocidad de acceso a la información.

INTERPRETE DE TECLADO.

Permite validar los comandos indicados por el usuario por medio de un teclado, ratón, etc. Esta es sintáctica y semántica y depende del contexto de operación en el que se encuentre el sistema.

INTERFAZ HOMBRE-MAQUINA.

Su función es proporcionar los medios de interacción entre el usuario y las funciones disponibles del sistema.

La interfaz hombre-máquina utiliza ampliamente despliegues en pantalla tales como menús, guías de operador, ventanas, etc.

Actualmente la tendencia en dicha interfaz es el uso de ventanas, ratones trackball y teclado.

Normalmente el acceso al sistema se realiza descendiendo a través de árboles funcionales.

EDITOR DE BASE DE DATOS.

Una característica importante de cualquier sistema es su capacidad de reconfigurado y expandirlo, para manejar más información, así como la libertad de organizar la información de manera útil al usuario.

Los SADRES cuentan con un programa que permite agregar, modificar o eliminar entidades de información tales como unidades de e/s,

variables de proceso, así como organizar estas bajo criterios específicos.

Existen dos tipos de editores: En línea, el cual permite realizar los cambios sin suspender la operación del sistema; Fuera de línea, los cambios se llevan acabo con el sistema fuera de operación.

Normalmente el esquema para introducir la información en estos editores es utilizando el esquema de llenar espacios, el cual consiste en presentar una plantilla de captura con espacios reservados para la captura de información.

PROGRAMA DE APLICACION.

De acuerdo con la funcionalidad requerida del sistema se cuenta con una serie de programas que realizan actividades específicas dentro del sistema, tales como monitoreo de eventos, historia de variables, etc.

FUNCIONES DE UN SADRE.

LISTA DE VARIABLES.

Su propósito es mostrar los valores de las variables de proceso junto con sus características más importantes en forma tabular y por grupos, de la siguiente manera:

Identificación de la variable.

Descripción.

Valor actual de la variable.

Unidades de ingeniería.

Límites críticos.

Estado funcional (se indica por colores).

DETECCION Y REPORTE DE ALARMAS.

Un SADRE detectará automáticamente cuando las variables de proceso alcanzan un nivel (analógicas) o estado (digitales) de alarma y registran estas condiciones.

Se presenta la fecha y la hora de ocurrencia, valor y estado. Comúnmente cada condición de alarma es también registrada en papel por medio de impresoras, así como la activación de alarmas audibles.

HISTORIA DE VARIABLES.

Existe la capacidad de almacenar información histórica de un cierto número de variables. Por cada una de estas se define un período de registro (desde un segundo hasta días). Cada vez que se registra una variable se almacena su valor instantáneo, estado funcional y operativo, así como fecha y hora de registro. El registro histórico se realiza automáticamente, manteniéndose archivados en disco.

DIAGRAMAS DE BARRAS.

El objetivo de esta función es presentar al operador información de variables importantes del proceso, en forma fácil de asimilar y al mismo tiempo con suficiente detalle para permitirle tomar decisiones en condiciones críticas.

Existen dos modos de presentación: vista general y de grupo, mediante celdas en pantalla, dentro de cada una de estas en forma de barra aparece el valor de la variable, representado proporcionalmente por la altura de la barra y el estado funcional codificado mediante un color.

DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO (DESPLEGADOS).

Se representan por medio de gráficas diferentes subsistemas del proceso, donde aparecen válvulas, motores, bombas, interruptores, transmisores, etc. Esta representación es útil al operador, además de que en estas se muestran valores de variables importantes relacionadas con el subsistema. Los valores de dichas variables pueden ser representados numéricamente con unidades de ingeniería para valores analógicos o se le pueden asociar colores a objetos, para indicar su estado, en el caso de tratarse de señales digitales.

DIAGRAMAS DE TENDENCIA ANALOGICA.

El objetivo de esta función es presentar en pantalla de manera

gráfica los valores actuales e históricos de grupos de variables. Al seleccionar un grupo se le presenta al operador la evolución de las variables del grupo con respecto al tiempo, aunado a esto el hecho de presentar a diferentes variables permite correlacionarlas fácilmente de manera visual.

5.3 ARQUITECTURA DE UN SISTEMA DIGITAL DE CONTROL

Existen tres elementos básicos. Los controladores, la estación del operador, y la pista de datos de comunicaciones.

CONTROLADOR:

Todas las entradas de proceso y salidas de control del área en particular estarán conectadas directamente a la estación del controlador. La estación de control asignada consiste de los gabinetes necesarios, fuentes de alimentación, tablillas terminales, así como el número requerido de tarjeteros controladores, de acuerdo con los requerimientos de operación de la planta.

Los controladores son módulos multi-lazo, basados en microprocesador. Este módulo se compone de un juego de tarjetas de circuito impreso, diseñada para realizar una tarea específica, existen distintas tarjetas, cada una con una función específica, que se comunican para realizar las funciones de control.

El controlador opera en una base de tiempo repetitiva. Sus tareas

se realizan lógicamente, de acuerdo con su diseño interno estructural.

Ejecución de algoritmos

Un algoritmo es un procedimiento paso por paso para resolver un problema y obtener un resultado deseado. En un controlador existe una tarjeta de algoritmos, que contiene funciones tales como sumar, restar, multiplicar, sacar raíz cuadrada, funciones logarítmicas y muchas otras diseñadas en forma específica para realizar control de procesos. Los algoritmos son como "instrumentos" por sí mismos, desde el punto de vista de hardware, tales como controladores analógicos, computadoras de flujo másico, procesadores de alarmas, estaciones de relación, etc.

Los controladores se dividen en "ranuras de tiempo" funcionales. Pueden existir 8, 16 o 32 ranuras por controlador, se especifican como primarias y auxiliares.

Las ranuras primarias se usan para desarrollar salidas del controlador (4 a 20 mA analógicas), o salidas de triac para actuadores de válvulas eléctricas.

Las ranuras auxiliares se usan para desarrollar problemas computacionales, cascadas y desarrollo de salidas digitales externas.

Los microprocesadores internos, rastrean secuencialmente las

ranuras, cada 1/2 segundo, y realizan cualquier operación que es requerida en los datos, por la configuración específica de la ranura. En síntesis un sistema de control multilazo se puede realizar enlazando ranuras. El enlace de las ranuras sería algo así como generar un programa y el programa es un cálculo en cadena repetitivo. Cada vez que entra un nuevo valor, una nueva respuesta es procesada, sin embargo la misma ecuación se utiliza.

ESTACION DEL OPERADOR:

El propósito de la estación del operador, es proveer un medio confortable para que el operador controle la planta. Debe proveer las herramientas para desarrollar configuraciones de control, despliegues en pantalla, así como cargar y descargar varias versiones de la estrategia de control.

También debe contener un nivel razonable de rutinas de diagnóstico que auxilie en el soporte del sistema.

Para realizar sus tareas, la estación del operador contiene los paquetes con la electrónica necesaria para las conexiones de base de datos y pista de datos, fuentes de alimentación, teclado, despliegues a color en tubos de rayos catódicos, impulsores de disco flexible para soportar o modificar las estrategias de control. Algunas veces se usan cassettes o se pueden adaptar discos Winchester en otros dispositivos de almacenamiento.

Los teclados son de tipo funcional, para tener un acceso rápido y

fácil al sistema, ir de un despliegue a otro debe hacerse con uno o dos toques del teclado, además, en caso de teclear alguna función incorrecta, no debe de aceptar dicha entrada, invalidando el intento. Se pueden ejecutar gráficas de desviación o gráficas interactivas.

PISTAS DE DATOS DE COMUNICACIONES

El tópico de comunicaciones de PC's es complejo ya que los múltiples sistemas hablantes-escuchantes es una mezcla de técnicas de fabricantes. El formato de código más común para transmisión de datos codificados es el del estandar ASCII. La forma mas simple de transmisión de datos involucra el uso de cables y un esquema de señal eléctrica que representa logica "1" y logica "0". El cable puede ser usado para transmitir el código ASCII un bit en un tiempo por medio de cambio en el voltage para empatar las series de bits. Luego un receptor puede reensamblar las secuencias a los grupos originales. Una técnica para llevar a cabo esta transmisión es llamada comunicación serial asincrónica, y una definición extendida que especifica plugs, cables y voltage es llamado el estandar RS232. La velocidad con que los bits son colocados en el cable es acordado entre el hablante y el escuchante y es llamado la razón baud, que es aproximadamente el número de bits por segundo y varia de cientos a miles, una razón típica es 9600 baud. Para que la comunicación se lleve acabo,

ambos el hablante y el escuchante deben de estar de acuerdo con los detalles de transmisión o protocolo.

Tambien hay comunicación usando líneas telefónicas con intermediarios de interfaces de comunicación llamados modems. El modem convierte el dato RS232 en una forma apropiada para transmisión a gran distancia al modular una frecuencia transportadora en el extremo transmisor y DEModulándolo en el extremo receptor.

En muchos casos, el controlador programable forma parte de un sistema distribuido, y las comunicaciones involucrando múltiples hablantes/escuchantes es necesaria, en este caso la comunicación puede ser una pista de datos en fibra óptica, la cual puede correr hasta 6100 metros a través de la planta. La pista óptica es inmune a interferencia eléctrica, loops de tierra (aterrizamientos), intrínsecamente segura en áreas peligrosas y aceptando a través de conexiones a pistas de datos eléctrica. Está comprendido de dos cables de fibra óptica consistentes de núcleo de 100 micrones y protegido con aislamiento protector, la cubierta es retardante de flama y trabaja sobre un rango de -20 a 85 grados centígrados. Los datos viajan en forma de pulsos luminosos, en direcciones opuestas (con las manecillas del reloj y contra las manecillas del reloj), entre pares secuenciales de acopladores (OEI's).

Los acopladores amplifican la señal óptica, pero además funcionan

como convertidores, trasladando pulsos de datos digitales de señales ópticas a eléctricas y viceversa. En cualquier punto en que una estación del operador, una interfase a computador, un controlador, se conectan a la pista de datos, se requiere un par de OEI's.

COMUNICACION:

Cada estación del circuito local eléctrico, tiene una tarjeta de microprocesador, y un modem, para acceso a la pista de datos. Los datos se transmiten a una velocidad de 500 Kbaud, para modular se usa FSK (Frequency Shift Keying) a tres frecuencias, 2 Mhz para el preámbulo, 1 Mhz para el "cero lógico" y 0.5 para el "1" lógico, para indicar el fin de mensaje, al fin de los pulsos, se usan tres pulsos de 0.5 microsegundos, seguidos de 1.5 microsegundos de tiempo fuera. El modem selecciona los trenes de pulsos de información recibidos correctamente.

CAPITULO VI
CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DIGITAL DE
MONITOREO Y CONTROL QUE OPERARA EN LA
PLATAFORMA DE PRODUCCION ENLACE Y COMPRESION

CARACTERISTICAS DEL SDMC.

Las características que deberá tener el sistema de control de acuerdo con los requerimientos de proceso y operación, tanto en el hardware como en el software son las siguientes:

6.1 HARDWARE DEL SDMC.

ESTACIÓN DE CONTROL DE PROCESO.-

Toda la información del control de proceso requerida será distribuida y almacenada en los controladores programables, esto incluye el sistema de entradas/salidas para las señales de proceso, funciones de control y lógica.

Todos los módulos que componen al SDMC contarán con un recubrimiento epóxico, con el fin de evitar el ataque ambiental a los componentes electrónicos.

Las funciones: configuración, estrategias de control continuo y lógico, detección y manejo de alarmas de variables analógicas, ejecución de programas y subrutinas para control y supervisión, incluyendo generación de mensajes ASCII, operaciones binarias, matemáticas de punto flotante; se realizarán en el microprocesador del CPU principal.

Los componentes principales de la estación de control serán los siguientes:

Unidad central de proceso principal y redundante, trabajando en línea; esto consiste en la comunicación continua entre una unidad activa, es decir, la que opera normalmente mientras no exista alguna anomalía en el sistema y una unidad de espera, la cual entra de respaldo en el momento que se presente cualquier falla en el sistema. ver figura 6.1. La comunicación entre dichas unidades se llevará acabo a través de fibra óptica interconectando las tarjetas de respaldo en caliente (Hot Backup), en donde el tiempo de actualización es menor al tiempo de procesado, es decir, la unidad de respaldo contará con información actualizada en cualquier momento. El tiempo de transferencia del CPU averiado al CPU en buen estado es típicamente de 25 mseg.

Unidad de control de redundancia, la cual supervisará en forma automática a los dos CPU, también será la encargada de la transferencia de la información de la unidad activa a la de respaldo. Posterior a dicha transferencia, el CPU dañado puede ser reemplazado en línea; despues de la sustitución del módulo, el sistema en forma automática volverá a tener la capacidad de redundancia. Asimismo, esta unidad tendrá rutinas de autodiagnóstico que permita monitorear el estado de ambos CPU's y de sí misma.

Memoria principal. La memoria base (RAM) será de 4 MB y podrá ser



ESTACION DE CONTROL MOSTRANDO CPU'S Y MODULOS
DE ENTRADAS/SALIDAS ANALOGICOS Y DIGITALES

FIGURA 6.1

incrementada hasta un máximo de 8 MB. La capacidad de memoria PROM será de 2 MB. La vida útil de la batería de respaldo del CPU es de 5 años y se contará con un capacitor que retiene la suficiente energía para alimentar al CPU en el momento de cambiar las baterías, por lo que dicho cambio podrá realizarse sin perder la memoria.

El SDMC también contará con un reloj integrado, el cual se sincronizará con todos los elementos que componen al sistema.

Las fuentes de alimentación serán modulares para el caso de la estación de control, lo cual permitirá intercambiar unidades averiadas por unidades en buen estado en línea, sin desconectar la potencia. Estas unidades serán de arranque suave, es decir reducen los picos en el arranque, ya que cuentan con filtros, los niveles de voltaje de estas fuentes son de 120 VCA/24 VCD.

Los módulos de entrada analógica (señal de 4 a 20 mA o 1 a 5 VCD, 24 VCD con transmisión a dos hilos) se muestran en la figura 6.2, están integrados por tarjetas de entrada/salida analógicas con 8 puntos de entrada y 8 puntos de salida, para los lazos de control, las cuales cuentan con redundancia en caliente tanto en la entrada como en la salida, es decir si la supervisión interna de la

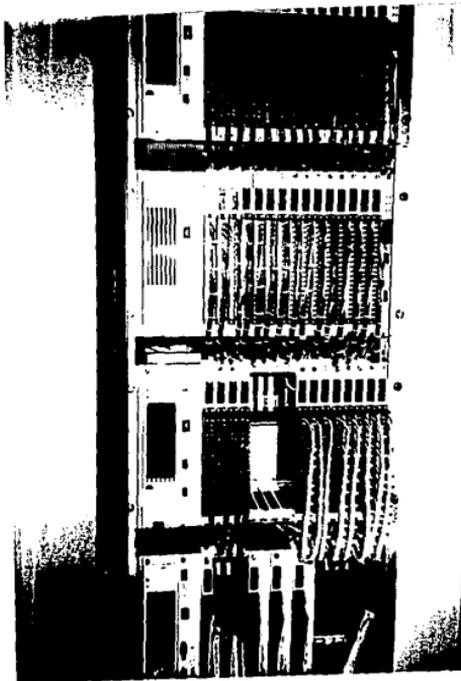
tarjeta analógica detecta un valor falso, la tarjeta dañada se desconecta automáticamente y entra la de respaldo. También se cuenta con tarjetas de 16 canales para señales analógicas de indicación. Este módulo además cuenta con circuitos de protección para valores fuera de rango y aislamiento contra fallas de conexión a tierra o altos voltajes.

Los módulos de entrada digital mostrados en la figura 6.2, tienen un voltaje de interrogación de 24 VCD, neutro independiente y aislamiento opto acoplado. Las señales de entrada son filtradas en la misma tarjeta para suprimir los efectos de interferencias eléctricas. El tiempo de retraso es de 0 a 63 mseg. (configurables), este tipo de tarjetas están protegidas contra falla de conexión a tierra o altos voltajes (500 V), con tablillas terminales agrupadas en bloques de 16 puntos con fusible común por cada grupo. El módulo cuenta con indicadores (LED's) individuales de estado para cada canal.

Los módulos de salidas digitales al igual que las entradas digitales contarán con LED's indicadores.

TRATAMIENTO DE SEÑALES.

El tratamiento de señales será manejado en las tarjetas de



TARJETAS DE LOS MODULOS DE ENTRADA Y SALIDA

FIGURA 6.2

entrada/salida y por medio de los programas de comunicación de proceso e incluirá lo siguiente:

Filtrado, conversión analógico/digital. escalamiento, chequeo de valores (alarma de falla).

Almacenamiento de valores de proceso en una base de datos distribuida y disponible para otros usuarios (estación del operador, programas de aplicación).

Adicionalmente a los valores de señales, la base de datos distribuida contendrá los siguientes parámetros para un canal de entrada/salida:

-Nombre de la señal (identificación y descripción).

-Estado (condición de error).

-Parámetros de ajuste.

-Parámetros de manejo de alarmas/eventos, cuenta con 6 alarmas, una de las cuales es dedicada al monitoreo de la operación apropiada del transmisor.

-Interacciones comunes del operador (bloqueo, límites de alarma, control manual).

Las fallas en las tarjetas de entrada/salida serán indicadas con un estado de error en cada tarjeta y una indicación de error en el despliegue de estado del sistema en la estación del operador.

Las fallas en las tarjetas pueden ser:

- Falla de tarjeta (desde el registro hacia el interior).
- Hardware extraviado.
- Ajuste incorrecto.
- La tarjeta correspondiente a la base de datos es intencionalmente desactivada.

Cuando ocurra una falla en las tarjetas, los valores de todas las señales de entradas/salidas serán congelados, el estado de error será ajustado en la base de datos y un mensaje de alarma/evento será enviado al operador a través de las estaciones de operación.

COMPONENTES DEL SISTEMA DE COMUNICACION.

El enlace de comunicación entre las estaciones de operación y las de configuración se realizará por medio de una red (LAN), la cual consiste en un bus redundante operado con protocolo Ethernet a una velocidad de 10 Mbits/seg. El número máximo de nodos a conectar será 44, la distancia máxima sin usar repetidores es 500 m. usando cable coaxial (por supuesto será posible emplear fibra óptica). El módulo concentrador de comunicaciones se encargará de las tareas relacionadas con el control de las comunicaciones, entre el computador maestro del sistema, el PLC y los demás dispositivos

de campo. Este solicita y recibe datos de campo a través del PLC procesa y transmite estos datos a los computadores maestros via red local Ethernet.

El módulo controlador de comunicaciones como su nombre lo indica . será el encargado del control de las comunicaciones entre el módulo concentrador y la red ethernet. Este se trata de un dispositivo basado en memorias EEPROM, las cuales contienen funciones de comando que generan las señales de control para las acciones de interrupción, acceso directo a memoria, manejo de transferencia de datos entre la red Ethernet y el multibus interno del módulo concentrador, así como el manejo de comandos para la actualización interna de datos.

El equipo de hardware, como se mencionó en los puntos anteriores contará con redundancia en los sistemas de adquisición de datos, supervisión, control, red de comunicaciones Ethernet, esto unido a la redundancia con los PLC's, sus comunicaciones con las bases remotas, las fuentes de alimentación, las tarjetas de entrada/salida para lazos de control y las fuentes de poder ininterrumpibles, harán que el sistema tenga un alto grado de confiabilidad, del orden de 99.8%.

ESTACION DEL OPERADOR

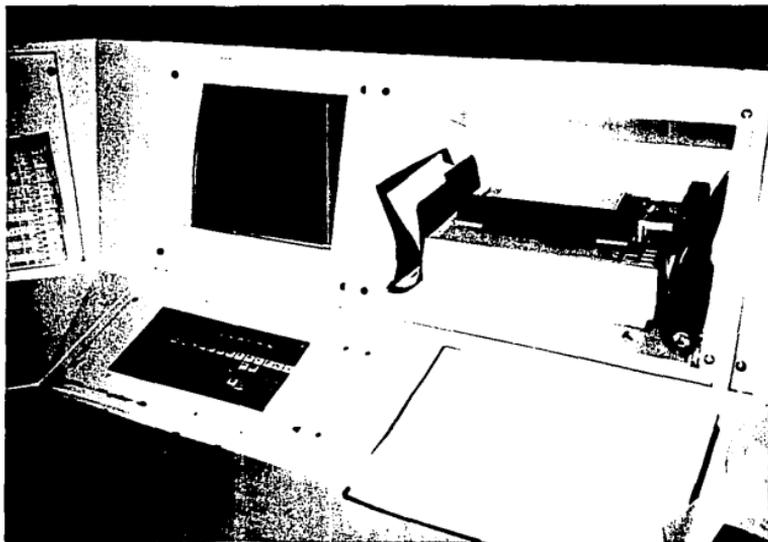
El SDMC contará con una estación del operador, que constará de

cuatro computadoras de uso industrial con CFU de 32 Bits. Estas computadoras tendrán monitores de video a color de 20" diagonales, resolución 720 por 336 pixeles, capacidad para manejar 16 colores diferentes y pantalla autoreflejante. Teclados de operacion tipo membrana para uso industrial con caracteres alfanuméricos. También contarán con impresoras para reportes y gráficos, así como para alarmas y eventos. Con método de impresión de matriz de impacto en serie y velocidad de 500 caracteres por segundo. Ver figura 6.3A y figura 6.3B.



CONSOLA DEL OPERADOR CON ESTACIONES DE TRABAJO

FIGURA 6.3A



UNIDAD DE VIDEO, TECLADOS E IMPRESOR DE REPORTES

FIGURA 6.3B

6.2 SOFTWARE DEL SDMC.

La configuración / programación del sistema se llevará a cabo mediante un lenguaje conversacional de fácil operación y entendimiento (utilizando sistema de ventanas) a través de bloques preestablecidos. Esta configuración / programación podrá ser modificada desde la consola central por medio de la estación de programación.

En esta configuración / programación se contemplan los programas para autodiagnóstico, análisis de operación, generación de tendencias, almacenamiento histórico (a través de las estaciones del operador con capacidad superior a un mes), 120 desplegados, que pueden consistir de cualquier combinación de gráficos interactivos del proceso, tendencias utilizando elementos dinámicos, 16 desplegados de alarmas analógicas y/o digitales, 3 desplegados por directorio, un desplegado para sintonía de circuitos de control, un desplegado para sintonía de alarmas, un desplegado de estado de cada CPU, 20 reportes históricos y/o estadísticos y autoentonamiento de lazos de control.

Como se mencionó anteriormente la programación del SDMC se realizará desde la estación de programación. La estación de control tendrá entre otras las siguientes funciones: Ejecutar control en tiempo real, autodiagnóstico de cada uno de sus

componentes, control PID, autoentonamiento de lazos de control, a falla de cualquier entrada/salida conservar el último estado, control lógico y secuencial.

El software del sistema tendrá capacidad de comunicación con los principales paquetes comerciales de equipo de cómputo, a través del protocolo de comunicaciones modbus, logrando de esta forma compatibilidad en software con otros paquetes.

El sistema operativo empleado por el SDMC será MTOS (Multitasking Operating System) trabajando con ambiente de ventanas.

La función de la interfase hombre-máquina será la de presentar en tiempo real la información de proceso y establecer una comunicación entre el sistema de control y el operador. Una estación contiene todas las funciones requeridas para supervisión y control del proceso, a través de los monitores y teclados el operador controla el proceso vía gráficos y despliegues.

Los despliegues son actualizados dinámicamente de acuerdo a proceso. La interfase hombre-máquina comprende las presentaciones y los diálogos del operador.

El sistema también incluirá herramientas para configuración en línea de despliegues en los monitores, estos pueden ser diseñados sin sacar la estación fuera de línea.

También será posible configurar en línea a grupos de alarmas y supresión de las mismas.

Las condiciones de alarma especificadas para cada uno de los dispositivos típicos producirán alarmas que son anunciadas y registradas por las terminales del operador. Típicamente, las señales de alarma se reactivan automáticamente cuando la condición de alarma es desconectada, y no requiere de un RESET por el operador.

Los comandos del operador serán dados a través del teclado de operación, el repertorio de operaciones ejecutables para los diferentes tipos de señal y objetos estarán disponibles como secuencias de diálogo completas en el sistema.

Principalmente los diálogos serán ejecutados por medio de posicionamiento del cursor sobre el objeto relevante en un despliegue en pantalla. Adicionalmente todas las señales y objetos estarán disponibles para diálogos con el operador independientemente de las configuraciones de despliegues, esto es ejecutado seleccionando la identificación en el teclado de la señal/objeto. Para la mayoría de las señales/objeto existe un diálogo mínimo y uno máximo. El primero es definido por la señal/objeto relevante, mientras que el segundo es obtenido mediante una protección con llave en el teclado.

Los desplegados consistirán en despliegues estándar (fijos) y despliegues de proceso (de aplicación). Los primeros tendrán

un arreglo fijo, los despliegues aplicables serán diseñados por el usuario.

Los desplegados gráficos para las estaciones de operación estarán ordenados en una estructura jerárquica. Dicha estructura facilitará un acercamiento para el monitoreo y control de funciones, de esta manera se aumentará la cantidad de detalle exhibido, habilitando de esta manera al operador a obtener datos importantes del proceso o a localizar las áreas problemáticas rápida y fácilmente. El camino a seguir a través de ésta estructura jerárquica será definido por el contorno físico y las relaciones lógicas de los dispositivos de la plataforma.

El nivel más alto de la estructura jerárquica reflejará la información en términos muy generalizados, por ejemplo, un menú de las áreas o secciones más importantes de la plataforma. El siguiente nivel y los más bajos darán información en mucho mayor detalle. El propósito de la estructura jerárquica será el de proveer información de relevancia en una forma sencilla. Generalmente una estructura jerárquica constará de los siguientes niveles:

Despliegues de menús.

Despliegue de las diferentes secciones de la plataforma.

Despliegue de proceso detallado.

Despliegue de controladores PID 4 x 4.

Despliegue de tendencias.

Despliegue de estatus del PLC y comunicación.

Resumen de alarmas.

El acceso a los despliegues visuales se iniciará desde el menú principal, que es el más elevado en las pantallas. El operador podrá seleccionar la pantallas de secciones de la plataforma, de proceso a detalle, de resumen de alarmas, estatus del PLC, de tendencias desde el menú principal, ver figura 6.4.

Todas las pantallas gráficas tendrán la siguiente información representada en pantalla:

Estado de alarmas activas.

Hora y fecha.

Título de pantalla.

Desplegado detallado de proceso.

Consiste en un diagrama general de equipos y estado de los mismos, así como información de alarmas y datos de proceso, para una determinada sección en la plataforma. Cada área de la misma está representada en un desplegado de este tipo. El operador podrá tener acceso a cualquiera de las secciones desde una pantalla destinada a esta función. La figura 6.5 muestra un ejemplo de los desplegados detallados de proceso.

Las válvulas se representan por su símbolo característico, y su estado será indicado por el color que tenga la misma en la

PETROLEOS MEXICANOS

INSTALACIONES DE PRODUCCION EN E-KU-A-1 CUUZ

MENU GENERAL DE DESPLEGADOS

F1	SECCION DE SEPARACION Y RECTIFICACION DE CRUDO	F11	MENU DE REPORTES
F2	SECCION DE BOMBEO Y ENVIO DE CRUDO	F12	CAYO ARCAS
F3	SISTEMA DE COMPRESION DE VAPORES RECUPERADOS		
F4	SISTEMA DE COMPRESION DE GAS		
F5	SISTEMA DE ENRIQUEZAMIENTO DE GAS		
F6	SISTEMA DE INTEGRACION DE TRAMPAS		
F7	SISTEMA DE DISTRIBUCION DE GAS COMBUSTIBLE		
F8	SISTEMA DE DESFOGUE Y QUEMADOR DE GAS		
F9	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO E INYECCION DE AGENTES QUIMICOS Y DEA		
F10	PARO DE PLATAFORMA	M1	MENU GENERAL DE DESPLEGADOS

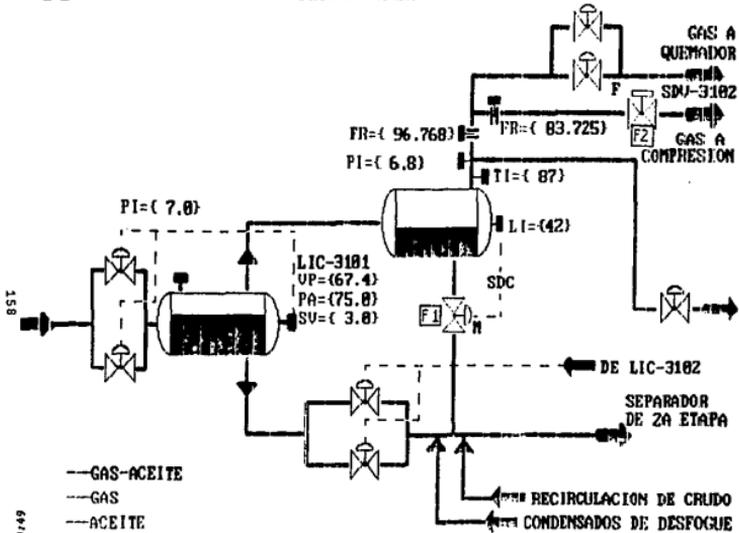
SECCION DE SEPARACION Y RECTIFICACION DE CRUDO

MENU DE DESPLEGADOS

F1	GRAFICO DE PROCESO DE PRIMERA ETAPA
F2	GRAFICO DE PROCESO DE SEGUNDA ETAPA
F3	CONDICIONES DE OPERACION
F4	CONDICIONES DE OPERACION
F5	REGISTRO DE TENDENCIAS
F6	CARATULA DE CONTROLADORES
F7	GRAFICO GRAL DE SEP Y RECT DE CRUDO

SECCION DE SEPARACION Y RECTIFICACION DE CRUDO

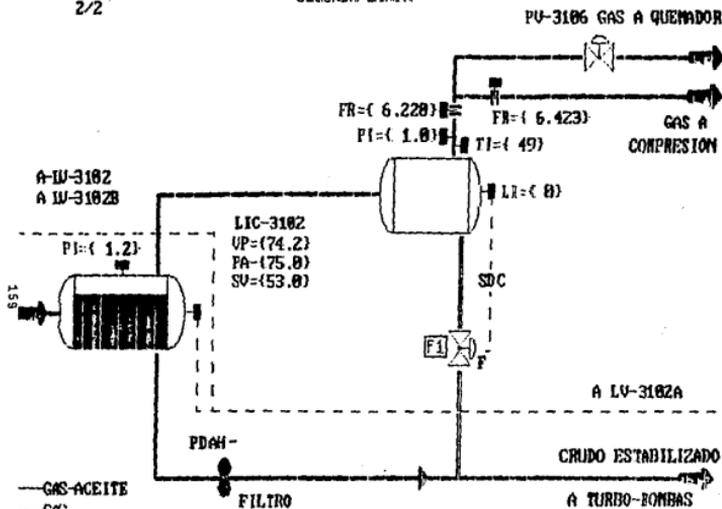
PRIMERA ETAPA



SECCION DE SEPARACION Y RECTIFICACION DE CRUDO

SEGUNDA ETAPA

2/2



GAS-ACEITE

GAS

ACEITE

PS=(15.0)

PI=(1.2)

LI=(0)

TI=(49)

FR=(6.423)

PI=(1.0)

VP=(74.2)

PA=(75.0)

SV=(53.0)

PU-3106 GAS A QUEMADOR

GAS A COMPRESION

CRUDO ESTABILIZADO A TURBO-BOMBAS

FILTRO

PD&H

SO C

F1

A-UV-3102

A-UV-3102B

LIC-3102

SECCION DE SEPARACION Y RECTIFICACION DE CRUDO

1/2

CONDICIONES DE OPERACION

IDENTIFICACION	SERVICIO	VALORES		UNIDADES
		REALES	DISIDO	
PI-3133	PRESION SAL.RECTIF. PRIMERA ET.	(7.8)	9.1	KG/CM2
PI-3109	PRESION SEPAR PRIMERA ETAPA	(7.3)	9.1	KG/CM2
TI-3101	TEMP SAL.RECTIF. PRIMERA ET.	(85)	81	C
IR-3101	GAS DE ALTA A COMPRESION	(88.895)	178.4	MMPCSD
IR-3103	GAS GENERAL DE ALTA	(103.285)	178.4	MMPCSD
LI-3101	NIVEL SEPAR. PRIMERA ETAPA	(60)	33	%
LI-3103	NIVEL RECTIF PRIMERA ETAPA	(42)	4	%

160

02/11/85

SECCION DE SEPARACION Y RECTIFICACION DE CRUDO

2/2

CONDICIONES DE OPERACION

IDENTIFICACION	SERVICIO	VALORES		UNIDADES
		REALES	DISEÑO	
PI-3134	PRESION SAL.RECT SEGUNDA ET	{ 1.0}	1.0	KG/CMZ
PI-3110	PRESION SEPAR. SEGUNDA ET	{ 1.3}	1.0	KG/CMZ
TI-3102	TEMP. SAL.RECT. SEGUNDA ET	{ 50}	70	C
FR-3102	GAS DE BAJA A COMPRESION	{ 6.381}	11.1	MMPCSD
FR-3104	GAS GRAL DE BAJA	{ 6.097}	11.1	MMPCSD
LI-3102	NIVEL SEPAR SEGUNDA ETAPA	{ 74}	33	%
LI-3104	NIVEL SEPAR SEGUNDA ETAPA	{ 0}	4	%

151

02-151-03-00

pantalla de acuerdo al siguiente código de colores:

ESTADO	COLOR DEL SIMBOLO DE VALVULA
ABIERTO	VERDE
CERRADO	ROJO
TRANSICION ABRIENDO	VERDE TINTILANTE
TRANSICION CERRANDO	ROJO TINTILANTE

También se muestra el porciento de apertura de la válvula.

Los motores de bombas y soloaires serán mostrados en el desplegado gráfico de proceso, y su estado estará representado de acuerdo al siguiente código de colores:

ESTADO	COLOR DEL SIMBOLO DEL MOTOR
FUNCIONANDO	VERDE
NO FUNCIONANDO	ROJO

Las estaciones de trabajo desplegarán en sus pantallas al proceso detallado, mostrando los niveles en los separadores con animación dinámica, en color cyan.

El texto de alarma asociado con los tanques será exhibido en áreas separadas de la pantalla, cerca del simbolo del recipiente de la siguiente manera:

REPRESENTACION O TEXTO	COLOR
MUY ALTO NIVEL -LAHH	AMARILLO SOBRE ROJO TINTILANTE
ALTO NIVEL-LAH	AMARILLO SOBRE ROJO TINTILANTE
BAJO NIVEL-LAL	AMARILLO SOBRE ROJO TINTILANTE
MUY BAJO NIVEL-LALL	AMARILLO SOBRE ROJO TINTILANTE

Los compresores serán mostrados en las representaciones visuales de proceso detallado, y su estado será indicado con el mismo código de colores que las bombas. El operador tendrá la capacidad de arrancar o parar cada compresor, y puede monitorear señales de las turbinas asociadas a estos.

Los controladores PID serán mostrados en despliegues gráficos, pantallas de cuatro sobre cuatro, es decir, cuatro lazos de control serán mostrados en la parte superior, y cuatro en la inferior. Los detalles y valores que se muestran son los siguientes:

Variable de proceso.

Punto de ajuste.

Porcentaje de apertura (XX.X %).

Automático/Manual/Estado de control en cascada.

Los parámetros de entonamiento para un controlador PID serán accesibles desde un desplegado de tendencias de lazo sencillo, en

cualquiera de las terminales o consolas. Como estos parámetros son críticos para la estabilidad y funcionamiento del control automático, el acceso para cambiarlos será restringido. Un ejemplo de este tipo de representaciones se muestra en la figura 6.6.

El operador seleccionará las pantallas de representación visual a través del uso del "mouse", así como, la selección de comandos, funciones, estado, modo o valor de un dispositivo, exhibidos en pantalla. A continuación se muestran algunas funciones dedicadas:

Despliegue de resumen de alarmas.

Pantalla de impresión.

Modo automático.

Modo manual.

Encendido.

Apagado.

Los comandos a los que tendrá acceso el operador son los siguientes:

Secuencia para acceso al despliegue.

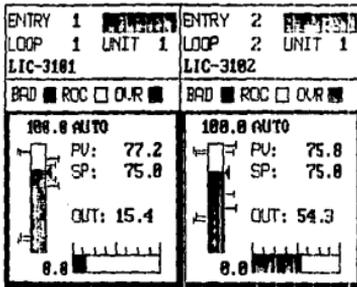
Secuencia para acción de control.

Entonamiento de lazos.

Ventanas de anunciación y resumen de alarmas.

Registro de eventos.

SECCION DE SEPARACION Y RECTIFICACION DE CRUDO



LC-3103
to RECTIF.
FA-3103
UA={42}

LC-3104
to RECTIF.
FA-3104
UA={ 0 }

1.65

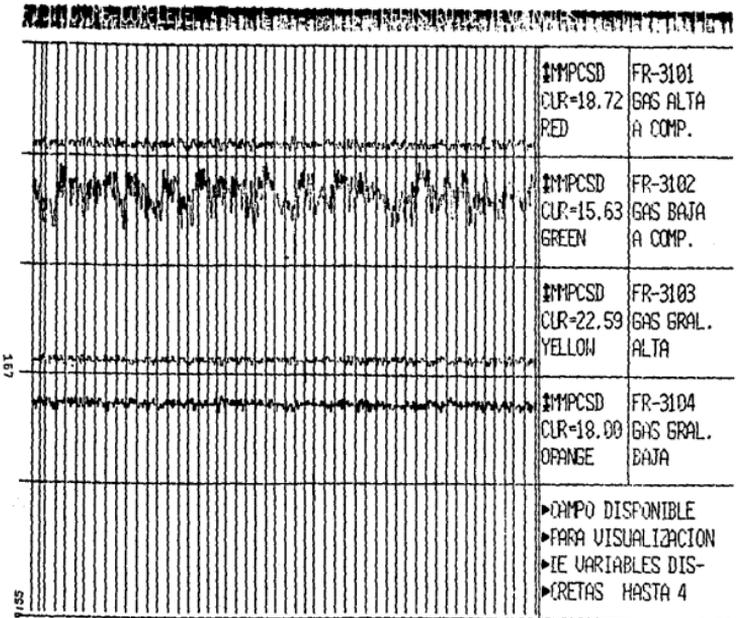
07-93 19:57

Secuencia para paro por emergencia.

Tendencias.

Generación de reportes.

En un despliegue de tendencias se mostrarán los cambios de una variable de proceso con respecto al tiempo. Un ejemplo se muestra en la figura 6.7.



CONTINUOUS TREND TIME BASE = 15 SECONDS

6.3 CAPACIDAD DEL SISTEMA.

Este sistema permite virtualmente distancias de comunicación ilimitadas, y operará sobre una variedad de medios de comunicación tales como: satélite, micro-ondas, radio, fibra óptica.

Los requerimientos de ancho de banda en la comunicación dependerá de la cantidad de información a transmitir y será típicamente de 64 Kbit/seg. por cada estación remota.

Los controladores del sistema estarán equipados con batería de respaldo en aplicaciones de memoria volátil, el tiempo de retención de información será normalmente de 10 horas.

La capacidad de expansión del sistema será de un 15%. El sistema digital de monitoreo y control podrá ser expandido en un número diferentes de formas, limitado en ciertos aspectos como carga y requerimientos de espacio físico. Dado que todo el software del sistema residirá en las memorias PROM instaladas en los CPU's, el usuario podrá conectar simplemente un nuevo PLC al bus y la comunicación estará disponible.

El sistema digital será expandible para instalación de protocolos de comunicación hacia sistemas externos, mediante tarjetas de interfase multi-proveedor, tarjeta de interfase programable.

6.4 DOCUMENTOS REPRESENTATIVOS DEL PROGRAMA DE CONTROL DEL PLC.

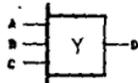
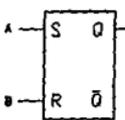
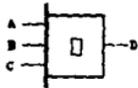
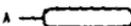
Existen varias formas gráficas normalmente usadas para representar el programa de control del PLC, en donde se describe por medio de instrucciones, la lógica que deberá desarrollarse para cumplir con los requerimientos de control, en cuanto a señales discretas se refiere. Dichas representaciones son las siguientes:

-DIAGRAMAS LOGICOS.

-DIAGRAMAS DE ESCALERA.

DIAGRAMAS LOGICOS.

El diagrama lógico de control es un documento de ingeniería en el que, mediante la utilización de una simbología lógica binaria, se representan de manera simple y compacta las filosofías operacionales del proceso o el arranque y paro de ciertos equipos. Como ejemplo pondremos la apertura y cierre de la válvula de corte de envío de gas al sistema de compresión. La cual abrirá a través de un botón en el teclado del sistema digital de control, y cerrará ya sea, mediante otro botón o al abrirse los contactos del interruptor de muy alto nivel, instalado en el rectificador FA-3103. El diagrama lógico que describe esta situación se muestra a continuación, (figura 6.8).

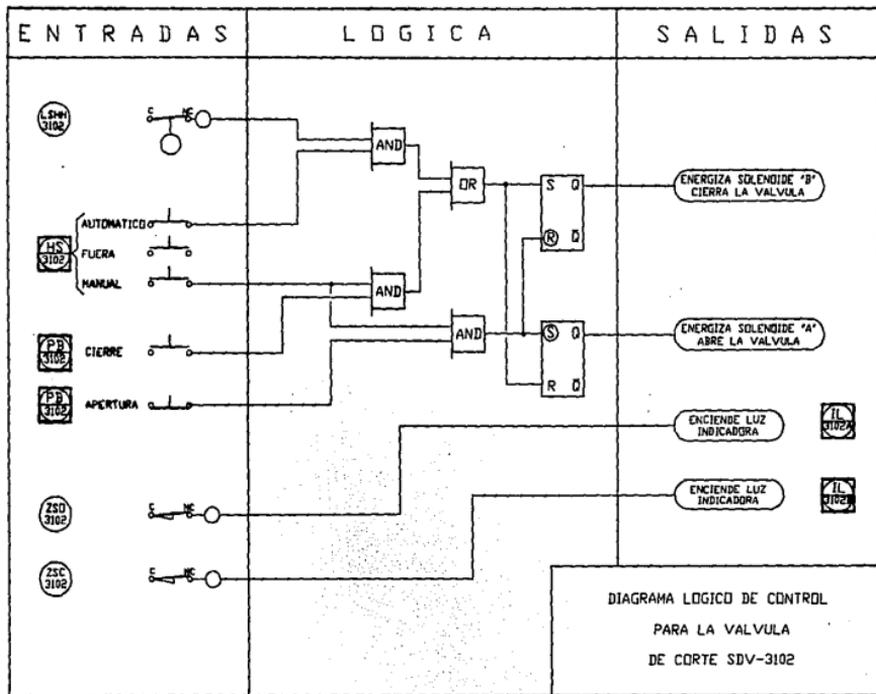
<u>SIMBOLO</u>	<u>FUNCION LOGICA</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>SIMBOLO</u>	<u>FUNCION LOGICA</u>	<u>DESCRIPCION</u>
	CONJUNCION AND	LA SALIDA LOGICA D EXISTE SI Y SOLO SI TODAS LAS ENTRADAS LOGICAS (A, B, C) EXISTEN.		MEMORIA (FLIP-FLOP)	LA SEÑAL C EN 0 EXISTE CUANDO EXISTE LA ENTRADA A EN 1 Y NO EXISTE LA ENTRADA B EN 0. LA SEÑAL DE SALIDA C EN 0 DEJARA DE EXISTIR CUANDO SE PRESENTE LA SEÑAL B EN 1.
	DISYUNCION OR	LA SALIDA LOGICA D EXISTE SI Y SOLO SI AL MENOS UNA DE LAS ENTRADAS LOGICAS (A, B, C) EXISTE.			CUANDO SE PRESENTEN AMBAS ENTRADAS A Y B SE MARCARA CON UN CIRCULO LA QUE TENDRA LA PRIORIDAD ENTRE S Y R.
	NEGACION	LA SALIDA LOGICA D EXISTIRA CUANDO LA ENTRADA LOGICA A NO EXISTA.			S = SET. R = RESET. Q = SALIDA. Q-bar = NEGACION DE SALIDA.
	INSTRUMENTO	LA SALIDA LOGICA S EXISTE CUANDO EL INSTRUMENTO PRODUCE UNA SEÑAL LINICA PROCEDENTE DE LA APERTURA O CIERRE DE UN CONTACTO. LA IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS SEHA DE ACUERDO A LA SIMBOLOGIA ADOPTADA EN LOS DIAGRAMAS DE TUBERIAS E INSTRUMENTACION Y DIAGRAMAS DE INSTRUMENTACION. LA ACCION DEL INSTRUMENTO PODRA ESPECIFICARSE DENTRO DE LOS DIAGRAMAS LOGICOS SI ASI SE DESEA, EN TODO CASO ESTA DEBERA SER EQUIVALENTE AL SERVICIO INDICADO EN EL INDICE DE INSTRUMENTOS.			
	CONDICION	ENUNCIADO DE CONDICION DE OPERACION O DE ESTADO RESULTANTE.			
			<u>SIMBOLO</u>		<u>DESCRIPCION</u>
			PSI		INTERRUPTOR POR BAJA PRESION. EL ESTADO INICIAL ES NA. EL ESTADO EN OPERACION ES NC.
			PSH		INTERRUPTOR POR ALTA PRESION. EL ESTADO INICIAL ES NC. EL ESTADO EN OPERACION ES NC.
			HS		INTERRUPTOR SELECTOR POR POSICIONES
			IG		BOTON DE CONTACTO MOMENTANEO. PUEDE STR NC O NA.
			SDV		VALVULA DE CORTE.
			SDY		VALVULA SOLENOIDE

DIAGRAMAS LOGICOS DE CONTROL
- SIMBOLOGIA -

13EAL-519
ACOT. Ed. 519

Div. No. B SPMC-FIG.6.8

REV. 0



DIAGRAMAS DE ESCALERA.

Estos diagramas son empleados frecuentemente para la programación del PLC, en los cuales se representa un sistema de control secuencial, que nos muestra las entradas de campo y varios arreglos de contactos, estando estos cerrados o abiertos, en serie o en paralelo, dependiendo de el camino que seguirá la corriente eléctrica, para que se ejecute la función de control que se desea llevar a cabo, también se indican las memorias del diagrama y sus respectivas salidas a campo. Todas las conexiones se hacen de tal manera que se pueda seguir fácilmente y se entienda el funcionamiento de los dispositivos (solenoides, arrancadores, etc.).

En seguida se muestra como ejemplo, figura 6.9, el diagramas de escalera para el control de nivel en los rectificadores de primera y segunda etapa.

Para este caso el control de nivel se efectúa a través de una válvula de control actuada por medio de una solenoide, la cual se mantendrá energizada al existir nivel normal, por lo tanto la válvula estará cerrada, al producirse alto nivel el interruptor abre su contacto y la solenoide se de-energiza, la válvula abre, al llegar a un nivel bajo se abre el contacto del interruptor, la solenoide se energiza y comienza de nuevo el ciclo. El sistema deberá tener la opción de poder hacer la operación en forma manual por medio de botones, en caso de sacar de funcionamiento a los interruptores de nivel.

S I M B O L O G I A



CONTACTO NA TAL COMO ES REGISTRADO EN EL PROGRAMA DEL CONTROLADOR. EL NUMERO INDICA EL DIRECCIONAMIENTO DE ENTRADA. LAS ENTRADAS FISICAS ESTAN REPRESENTADAS CON LA LETRA "N" SEGUIDA DEL NUMERO DE DIRECCIONAMIENTO. LAS ENTRADAS NO FISICAS ESTAN REPRESENTADAS POR LA LETRA "C" SEGUIDA DEL NUMERO DE DIRECCIONAMIENTO.



CONTACTO NC TAL COMO ES REGISTRADO EN EL PROGRAMA DEL CONTROLADOR.



CONTACTO OPERADO POR UNA SALIDA LOGICA. EL CONTACTO CAMBIA DE ESTADO CUANDO LA SALIDA ES ENERGIZADA.
99-INDICA EL DIRECCIONAMIENTO DE LA SALIDA 10-INDICA LA LOCALIZACION DE LA LINEA DE LA SALIDA EN LA ESCALERA.



SALIDA DEL CONTROLADOR. EL NUMERO INDICA EL DIRECCIONAMIENTO. LAS SALIDAS NO FISICAS ESTAN REPRESENTADAS POR LA LETRA "C" SEGUIDA DEL NUMERO DE DIRECCIONAMIENTO. LA LETRA "Y" INDICA SALIDAS FISICAS.



NOTA:

- 1- LA POSICION DE LOS CONTACTOS QUE SEAN ENTRADAS REALES PUEDE SER ABIERTA O CERRADA. ESTOS DEBERAN SER REGISTRADOS EN EL PROGRAMA DEL CONTROLADOR COMO SE INDICA EN LOS PRESENTES DIBUJOS.

DIAGRAMA DE ESCALERA SIMBOLOGIA

ESC - ACOT. EN - DIB. No. B SDMC-FIG.6.9 REV. 0

174

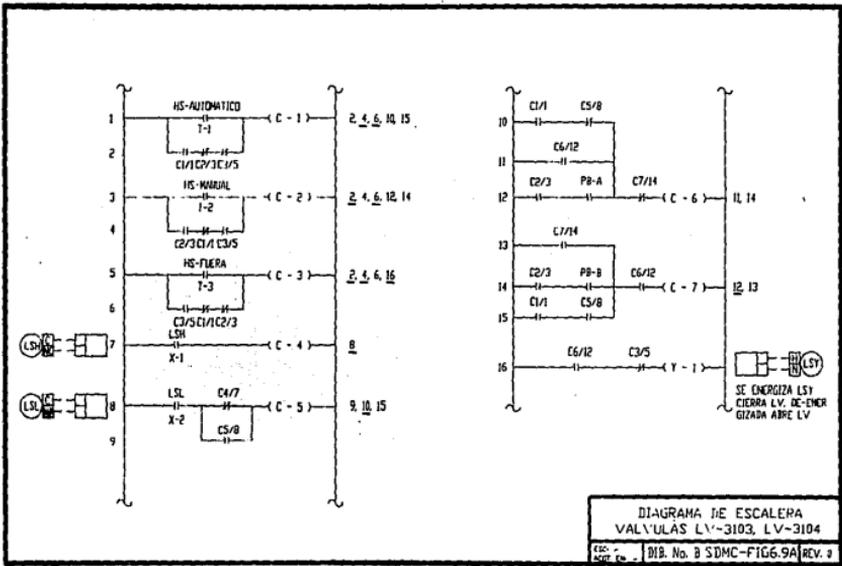


DIAGRAMA DE ESCALERA
 VALVULAS LV-3103, LV-3104
 DIB. No. 3 SDMC-FIG. 9A REV. 1

BASE DE DATOS

La base de datos no es un documento que represente al programa de control, ya que no contiene instrucciones o la lógica que deberá desarrollarse para cumplir con los requerimientos de control, sin embargo este documento de ingeniería es útil debido a que proporciona los puntos de ajuste de las variables del proceso que deberán de ser manipuladas por medio del controlador lógico programable, y mediante la utilización de estos valores es posible configurar los rangos de las variables analógicas y los puntos de disparo de las variables digitales dentro del PLC.

La base de datos tiene forma de tabla en donde se indica lo siguiente; Identificación del instrumento, tipo de señal que se maneja, rango, punto de disparo, tipo de unidad, etc. un ejemplo de este documento se muestra en la figura 6.10.

BASE DE DATOS
(SECCION SEPARACION)

IDENTIFIC.	SERVICIO	TIPO DE SEÑAL	RANGO	SET POINT	PUNTO DE DISPARO	FUNCION
FAH-3109	SEPARADOR FA-3101	DIGITAL	--	--	12 Kg/cm ²	ALARMA
PAL-3109	SEPARADOR FA-3101	DIGITAL	--	--		ALARMA
PAH-3110	SEPARADOR FA-3102	DIGITAL	--	--	12 Kg/cm ²	ALARMA
PAL-3110	SEPARADOR FA-3102	DIGITAL	--	--		ALARMA
LAH-3101	SEPARADOR FA-3101	DIGITAL	--	--	1615 mm	ALARMA
LAL-3101	SEPARADOR FA-3101	DIGITAL	--	--	610 mm	ALARMA
LAH-3102	SEPARADOR FA-3102	DIGITAL	--	--	1615 mm	ALARMA
LAL-3102	SEPARADOR FA-3102	DIGITAL	--	--	610 mm	ALARMA
LSHH-3102	RECTIFICADOR FA-3103	DIGITAL	--	--	610 mm	CIERRE DE VALVULA SDV-3102
LAHH-3103	RECTIFICADOR FA-3103	DIGITAL	--	--	610 mm	ALARMA
LAH-3103	RECTIFICADOR FA-3103	DIGITAL	--	--	574 mm	ALARMA
LSH-3103	RECTIFICADOR FA-3103	DIGITAL	--	--	533 mm	ABRE VALVULA LV-3103
LSL-3103	RECTIFICADOR FA-3103	DIGITAL	--	--	279 mm	CIERRE DE VALVULA LV-3103
LAL-3103	RECTIFICADOR FA-3103	DIGITAL	--	--	152 mm	ALARMA
LAH-3104	RECTIFICADOR FA-3104	DIGITAL	--	--	610 mm	ALARMA
LSH-3104	RECTIFICADOR FA-3104	DIGITAL	--	--	533 mm	ABRE VALVULA LV-3104
LSL-3104	RECTIFICADOR FA-3104	DIGITAL	--	--	229 mm	CIERRE DE VALVULA LV-3104
LAL-3104	RECTIFICADOR FA-3104	DIGITAL	--	--	152 mm	ALARMA

BASE DE DATOS
(SECCION SEPARACION)

IDENTIFIC.	SERVICIO	TIPO DE SERAL	RANGO	SET POINT	PUNTO DE DISPARO	FUNCION
PI-3109	SEPARADOR FA-3101	ANALOGICA (4-20 mA)	0-14kg/cm ²	7kg/cm ²	--	INDICACION
PI-3110	SEPARADOR FA-3102	ANALOGICA (4-20 mA)	0- 2kg/cm ²	1kg/cm ²	--	INDICACION
PIC-3104	RECTIFICADOR FA-3103	ANALOGICA (4-20 mA)	0-14kg/cm ²	7kg/cm ²	--	CONTROLADOR INDICADOR
PIC-3106	RECTIFICADOR FA-3104	ANALOGICA (4-20 mA)	0-14kg/cm ²	7kg/cm ²	--	CONTROLADOR INDICADOR
FR-3101	GAS DE ALTA PRESION	ANALOGICA (4-20 mA)	0-100" H ₂ O	50" H ₂ O	--	REGISTRADOR
FR-3102	GAS A COMPRESION DE BAJA	ANALOGICA (4-20 mA)	0-100" H ₂ O	50" H ₂ O	--	REGISTRADOR
FR-3103	GAS DE RECTIFIC. FA-3103	ANALOGICA (4-20 mA)	0-100" H ₂ O	50" H ₂ O	--	REGISTRADOR
FR-3104	GAS DE RECTIFIC. FA-3104	ANALOGICA (4-20 mA)	0-100" H ₂ O	50" H ₂ O	--	REGISTRADOR
LIC-3101	SEPARADOR FA-3101	ANALOGICA (4-20 mA)	0-100%	65%	--	CONTROLADOR INDICADOR
LIC-3102	SEPARADOR FA-3102	ANALOGICA (4-20 mA)	0-100%	65%	--	CONTROLADOR INDICADOR
LI-3103	RECTIFICADOR FA-3103	ANALOGICA (4-20 mA)	0-100%	--	--	INDICACION
LI-3104	RECTIFICADOR FA-3104	ANALOGICA (4-20 mA)	0-100%	--	--	INDICACION

CAPITULO VII

CONSIDERACIONES DE OPERACION

7.1 ENTRENAMIENTO

Es necesario estar preparado para la etapa de operación, esto debido a que siempre puede ocurrir alguna circunstancia anormal durante la operación del sistema, como alguna falla de algún equipo, o bien que se requiera una nueva configuración debido a cambios en las condiciones de operación y que originen cambios a los puntos de ajuste de controladores, etc., debido a esto se requiere un entrenamiento previo que proporcione confianza y las habilidades requeridas de acuerdo a la responsabilidad del trabajo.

El entrenamiento se debe de efectuar por medio de cursos a nivel básico y a nivel avanzado. Los cursos que capacitarán a personal a cuyo cargo quedará el sistema de control deberán contemplar lo siguiente:

- * Configuración.
- * Mantenimiento.
- * Operación.

y se debe de tener disponibilidad de hardware para efectuar prácticas, simulación de fallas y restablecimiento, y que brinde las oportunidades de experimentar para no afectar al proceso.

7.2 PRUEBAS

Se deberán de efectuar dos tipos de pruebas al sistema, pruebas en fábrica y pruebas en sitio, durante la instalación.

Las pruebas en fábrica comprenden pruebas de aceptación estandar (PRUEBAS FAT) cuyo proposito será demostrar los aspectos operacionales del sistema y demostrar que cumplen con los estandares de calidad para operacion.

En la prueba se deberá cargar el software operacional estandar y una base de datos estandar con reportes y desplegados, de tal forma que la prueba se concentre en la operacion de hardware y software.

La primera fase de la prueba se enfocará en la funcionalidad del hardware de cada subsistema y la comunicacion entre ellos. Se deberán de efectuar ejercicios como cortar la energia de varios sistemas con objeto de demostrar el efecto en las comunicaciones y el nivel de diagnóstico de mensajes recibidos.

La segunda fase se enfoca en las entradas y salidas del hardware. El 100% de los puntos de entrada y salida será utilizado para simulacion con verificacion a través de los desplegados del sistema, de esta forma se verificaran los bloques de configuracion.

La última fase de la prueba se dirigirá a los desplegados y a

todas las operaciones del sistema. Cada tipo de desplegado será accesado e interconectado con la base de datos verificada. Se probará la flexibilidad operativa del sistema así como la adecuada implementación y funcionalidad de los paquetes informativos tales como: control estadístico, alarmas, eventos, reportes, y registro histórico.

Estas pruebas deberán de ser exitosas para que pueda proceder el embarque del sistema al sitio de operación.

Las pruebas en sitio (PRUEBAS OSAT), se efectúan con el sistema totalmente interconectado en el lugar de trabajo del comprador. En las pruebas de aceptación se probará cada componente por separado, se probará el 100% de los puntos de entrada y salida, se probarán todos los paquetes de software funcionalmente, y se probarán los sistemas a alta temperatura (Prueba de alta temperatura). En sí, las pruebas en sitio son una repetición de las pruebas en fábrica, y el objetivo es demostrar la exactitud en el funcionamiento de la circuitería y programación y la adecuada operación del sistema completo incluyendo la interconexión física del cableado.

7.3 MANTENIMIENTO

Primeramente se tiene que considerar las conexiones del proceso,

es decir el sistema de entradas/salidas que consta de unidades de terminación, tablillas terminales para señales de campo, tarjetas de entrada/salida y los programas de comunicación del proceso. Los cables de señales provenientes de las cajas de interconexión de campo son conectados a tablillas terminales y estas a su vez a las unidades de terminación, estas unidades son conectadas también a su vez a las tarjetas de entrada/salida por medio de cables planos. Todas las conexiones de señales a las tarjetas de entrada/salida son hechas por medio de terminales tipo tornillo. Las señales digitales estarán equipadas con aislamiento galvanico vía opto-acoplamiento en las tarjetas de entrada/salida.

Para las señales analógicas deberá suministrarse aislamiento contra la interferencia de frecuencias por medio de un circuito de alta impedancia.

Las salidas digitales deberán ser opto-aisladas incluyendo detección de corto circuito y manejando máximo 200 mA. Las salidas digitales serán activadas hacia el proceso por medio de relevadores con capacidades que van desde 24 VCD/5 Amp./44 Watts hasta 220 VCA/5 Amp./720 VA.

El mantenimiento se soportará con los siguientes servicios:

- Primera línea de mantenimiento (identificación de falla de la unidad, calibración, loops, condiciones de proceso anormales,

etc.)

- Segunda línea de mantenimiento para actividades de mantenimiento más complejas (falla de algoritmos, reconfiguración, etc.)

- Tercera línea de mantenimiento desde la organización de servicio regional de fabricante con operaciones de reparación de equipo.

Las facilidades para la primera línea de mantenimiento están incluidas en la estación del operador. La falla de una unidad (estación, tarjeta de entrada/salida, canal de comunicación, impresores, fuente de alimentación, lazos de control de campo monitoreados, etc.) es reportado a los listados de estado en las pantallas de video, los estados de los dispositivos están disponibles en despliegues de estados estandar. Adicionalmente listados de estado están disponibles para una vista rápida de las condiciones del proceso (por ejemplo lazos de control inhibidos, objetos controlados manualmente, fallas de entradas/salidas, etc.).

La estación del operador debe incluir también facilidades para un diseño de despliegues en línea así como configuración en línea de alarmas de grupo, lista de estados, entonamiento de lazos de control, etc.

La segunda línea de mantenimiento es manejada por medio de una estación de servicio, esta unidad es usada para programación de software, modificaciones, documentación, pruebas, localización de fallas y carga/descarga de los programas de aplicación del sistema digital de monitoreo y control. Estas funciones están disponibles a través de una computadora personal local y a través de la red de comunicaciones o por medio de líneas telefónicas. Adicionalmente el sistema digital de monitoreo y control debe ser capaz de recibir mantenimiento en línea sin alterar el funcionamiento total del sistema.

7.4 PARTES DE REPUESTO

Para el sistema digital de monitoreo y control y sus equipos auxiliares se debe considerar partes de repuesto, para el arranque, comisionamiento y 3 años de operación normal.

El fabricante debe proporcionar una lista que incluya el número de parte o número de catálogo, la descripción, y la cantidad de piezas más comunes que requieran refaccionamiento.

Se puede decir que las partes más comunes que requieren refaccionamiento son:

- Tarjetas de entradas analógicas
- Tarjetas de entradas digitales
- Tarjetas de salidas digitales
- Modulo de potencias 110 VCA/24 VCD, 8A.
- Controlador de comunicaciones

Para la UPS también se requieren partes de repuesto como:

- Tarjeta de control
- Fuente de poder
- Inversor
- Fusibles

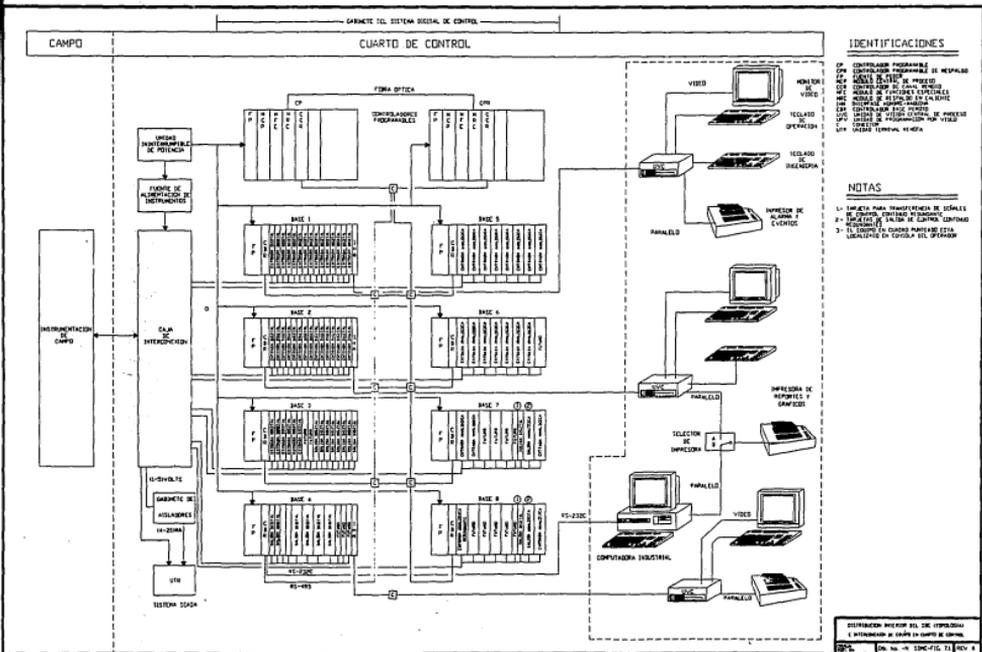
7.5 INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA

El alcance de suministro deberá comprender la instalación e interconexión de todos los componentes del sistema, considerando material, equipo y herramientas necesarias, también debe incluir la puesta en marcha del sistema digital de monitoreo y control.

La documentación del SDMC que debe ser suministrada incluye varios juegos de manuales de la siguiente información:

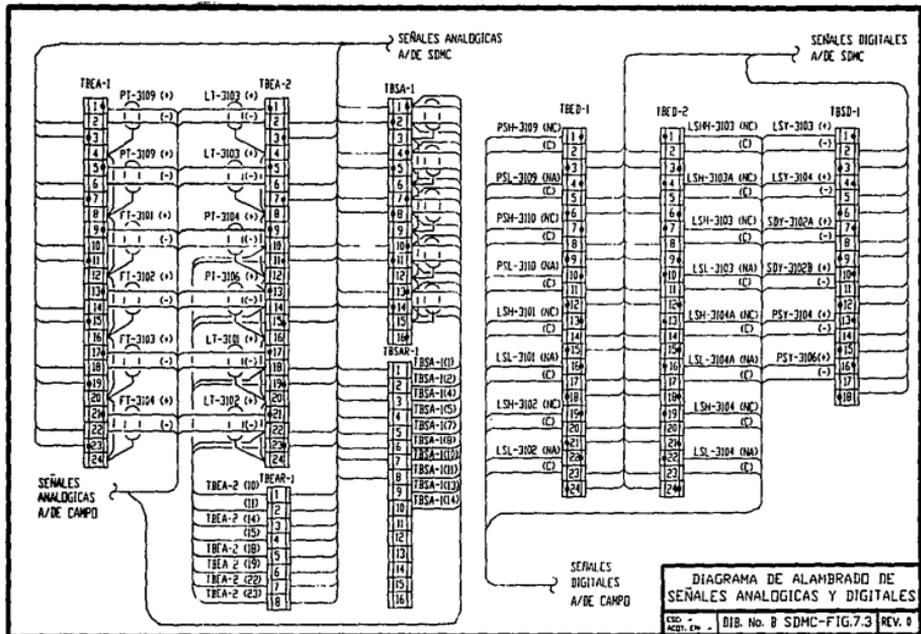
- Especificación del sistema
- Topología del sistema (ver figura 7.1)
- Croquis de dimensionamiento
- Detalles de montaje y peso
- Arquitectura del sistema (ver figura 7.2)
- Resumen de entradas y salidas
- Diagramas de alambrado de entradas y salidas (ver figuras 7.3).
- Formatos de registro
- Diagramas de instrumentación y configuraciones completas para todos los lazos analógicos y digitales (ver figura 7.4)
- Manuales de los componentes del sistema
- Manual de programación del sistema
- Protocolos de las pruebas de aceptación en fábrica, pruebas fat
- Reporte de las pruebas de aceptación en fábrica
- Protocolos de las pruebas de aceptación en sitio, pruebas osat

- Reporte de las pruebas de aceptación en sitio
- Manual de instalación del sistema
- Manual de operación
- Especificaciones del acondicionamiento del cuarto de control
- Manual de puesta en marcha
- Manual de mantenimiento del sistema



- IDENTIFICACIONES**
- CP: CONTROLADOR PROGRAMABLE
 - CPA: CONTROLADOR PROGRAMABLE DE REPALSA
 - CPB: UNIDAD DE VIDEO DE IMPRESION
 - CPD: UNIDAD DE PUNTO DE ENTRENAMIENTO
 - CPG: UNIDAD DE PUNTO DE ENTRENAMIENTO
 - CPH: UNIDAD DE PUNTO DE ENTRENAMIENTO
 - CPJ: UNIDAD DE PUNTO DE ENTRENAMIENTO
 - CPK: UNIDAD DE PUNTO DE ENTRENAMIENTO
 - CPM: UNIDAD DE PUNTO DE ENTRENAMIENTO
 - CPN: UNIDAD DE PUNTO DE ENTRENAMIENTO
 - CPQ: UNIDAD DE PUNTO DE ENTRENAMIENTO
 - CPR: UNIDAD DE PUNTO DE ENTRENAMIENTO
 - CPS: UNIDAD DE PUNTO DE ENTRENAMIENTO
 - CPV: UNIDAD DE PUNTO DE ENTRENAMIENTO
 - CPW: UNIDAD DE PUNTO DE ENTRENAMIENTO
 - CPX: UNIDAD DE PUNTO DE ENTRENAMIENTO
 - CPY: UNIDAD DE PUNTO DE ENTRENAMIENTO
 - CPZ: UNIDAD DE PUNTO DE ENTRENAMIENTO

- NOTAS**
- 1- UNIDAD PARA IDENTIFICACION DE SEÑALES
 - 2- UNIDAD PARA IDENTIFICACION DE SEÑALES
 - 3- UNIDAD PARA IDENTIFICACION DE SEÑALES



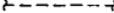
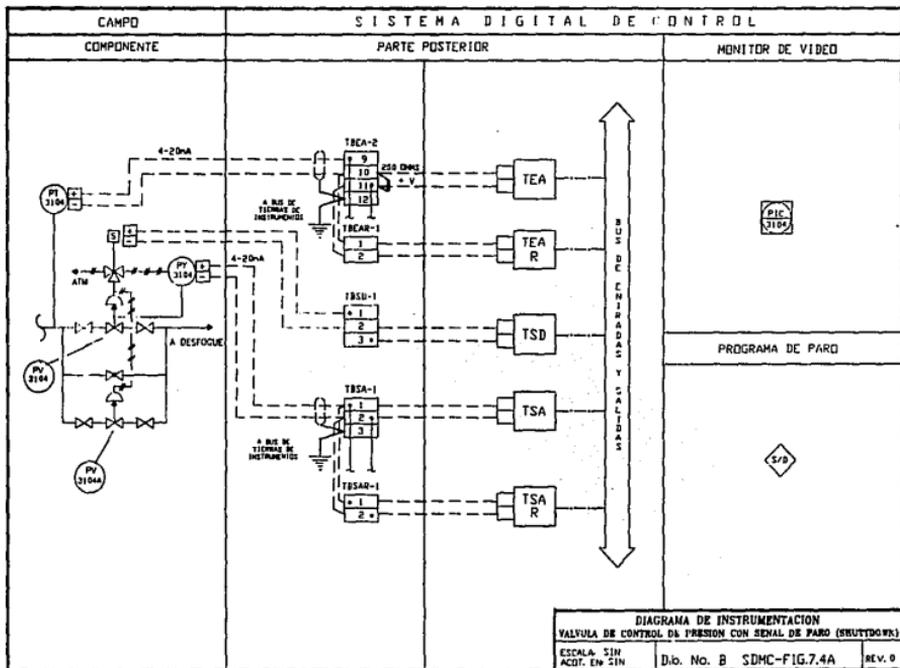
<u>SIMBOLO</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>SIMBOLO</u>	<u>DESCRIPCION</u>
	LINEA DE PROCESO		VALVULA SOLENOIDE DE 2 VIAS
	SEÑAL NEUMATICA		TABLILLAS
	SEÑAL ELECTRICA		BLINDAJE
	ENLACE VIA SOFTWARE	PSL	INTERRUPTOR POR BAJA PRESION. EL ESTADO INICIAL ES NA. EL ESTADO EN OPERACION ES NC.
	INSTRUMENTO LOCALIZADO EN CAMPO	PSH	INTERRUPTOR POR ALTA PRESION. EL ESTADO INICIAL ES NC. EL ESTADO EN OPERACION ES NC.
	INSTRUMENTO LOCALIZADO EN TABLERO PRINCIPAL DE CONTROL	HS	INTERRUPTOR SELECTOR POR POSICION.
	DISPOSITIVO PRESENTADO EN PANTALLA (FUNCIONES LOGICAS SECUENCIALES) ACCESIBLE AL OPERADOR	PB	BOTON DE CONTACTO MOMENTANEO. PUEDE SER NC O NA.
	TARJETAS DE ENTRADA/SALIDA EN UPR	SDV	VALVULA DE CORTE.
	TIERRA DE INSTRUMENTOS	SDY	VALVULA SOLENOIDE.
	VALVULA DE CORTE	SCADA	SYSTEM CONTROL AND DATA ACQUISITION (SISTEMA DE CONTROL Y ADQUISICION DE DATOS)

DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION
SIMBOLOGIA

SINPLD Nº 3 S0MC-1674

REV. 8



CONCLUSIONES

Como se indicó al principio de este trabajo, el objetivo fue describir las características más importantes de un sistema digital de control basado en un Controlador Lógico Programable, (PLC), para poder tener un concepto más amplio de un sistema de control automático y poder aplicarlo a un proceso, en este caso la aplicación se llevó a cabo sobre la sección de separación de una plataforma de producción enlace y compresión ubicada costa afuera.

Del controlador lógico programable además de las características inherentes que proporciona, como son ventajas sobre un sistema electromecánico de relevadores, neumático, fluidizado o tubos al vacío, la característica del estado sólido proporciona eficiente operación, flexibilidad, confiabilidad, disponibilidad, poco requerimiento de espacio y sencillez en su operación, lo cual se traduce en un sistema altamente confiable y eficiente, por lo que de su implementación se puede esperar grandes beneficios como son seguridad en las operaciones de procesos (fuera del error humano), y calidad en el producto final, en nuestro caso una excelente separación del crudo y el gas.

A lo largo de este trabajo se efectuó la descripción de los componentes principales de un controlador lógico programable, y

además se desarrolló la ingeniería básica y de detalle para la especificación del sistema digital de control, por lo que se concluye que el objetivo fue alcanzado.

Se observa que dentro del controlador lógico programable la unidad central de procesamiento tiene una relevancia sobre el resto del sistema y que la excepcional flexibilidad y mantenimiento son substancialmente realizadas en el sistema de entradas/salidas y que muchos de los beneficios del PLC son a través del uso de equipo periférico. Dentro de lo que corresponde a ingeniería básica los planos desarrollados fueron el diagramas de flujo de proceso y el diagrama de tuberías e instrumentación, y a la ingeniería de detalle, los diagramas de instrumentación, diagramas de alambrado, diagramas lógicos de control, diagramas de escalera, desplegados gráficos de proceso y de tendencias, base de datos, topología del sistema y arquitectura del sistema.

Dentro de estos documentos sobresale el diagrama lógico de control ya que proporciona un interpretación de la filosofía de operación del sistema y facilita la descripción de las operaciones de los sistemas binarios, llegando a ser una herramienta útil para el personal de operación y mantenimiento.

De los diagramas de escalera, que servirá como lenguaje de programación del PLC proporcionando instrucciones que se

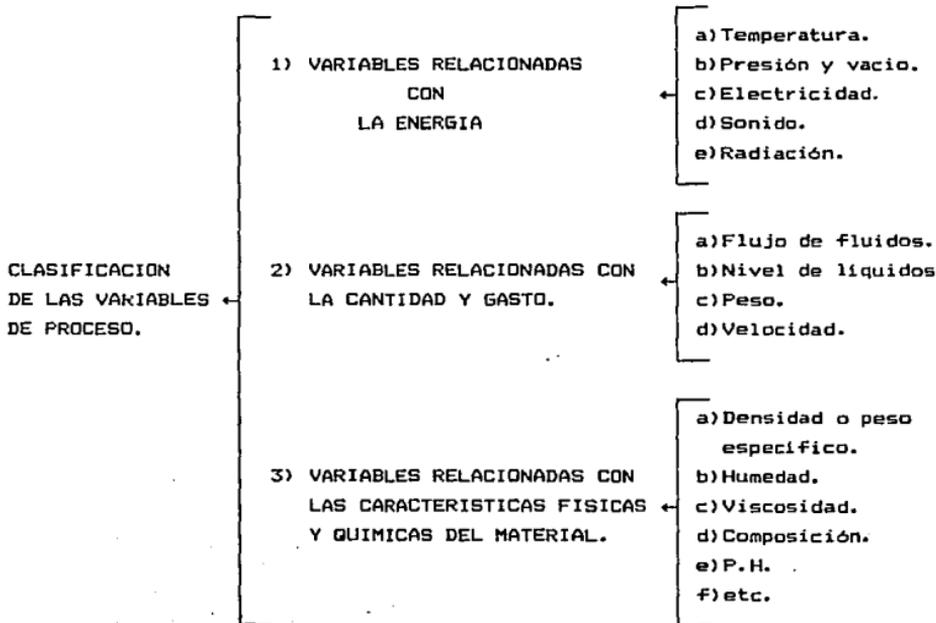
encargarán de interpretar al programa de control, se puede decir que su principal mérito es la claridad, además de ser de interpretación común en la industria, por parte de los usuarios. Se debe tener cuidado y dedicarle especial atención al arreglo e interconexión de los componentes del controlador lógico programable, ya que de esta planeación se simplificará la instalación, puesta en marcha y mantenimiento, así como también se garantizará la mejor operación de los sistemas y equipos.

Por último se debe tener presente la necesidad actual de competitividad con una alta productividad y calidad en los productos que se ofrecen en el mercado industrial, siendo esto posible cuando existe una integración de los sistemas digitales de control con los diferentes procesos que se llevan a cabo en las plantas industriales, desarrollando de esta forma las tareas que se tienen encomendadas a los diferentes equipos, y en base a esto cubrir la demanda de los mercados cada vez más exigentes al obtener un mejor producto o servicio.

Los procesos industriales tienen diferentes variables, por lo que para mantener el control automático del mismo, necesariamente se debe mantener el control automático sobre cada variable de proceso. Esto último se logra por medio de un circuito de control. En otras palabras un circuito de control se encargará de controlar una o más variables de proceso.

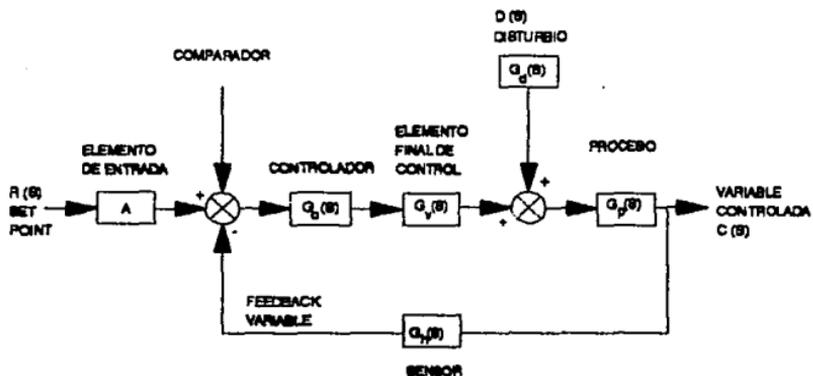
Por la razón anterior, comenzaremos a definir la variable de proceso y el circuito de control, así como las partes que lo constituyen.

Una variable de proceso es cualquier condición o estado del material de proceso que está sujeta a cambiar. Las variables de los procesos químicos se pueden clasificar de la forma siguiente.



De las variables enlistadas, existen cuatro de ellas que generalmente se presentan en los procesos industriales y son la variable flujo, la variable nivel, la variable presión y la variable temperatura.

Por otra parte, el circuito de control, es aquel que se encarga de mantener automáticamente controladas las variables de proceso, bajo ciertos límites. Las partes que constituyen un circuito de control son las que se muestran en la figura siguiente:



CIRCUITO GENERAL DE CONTROL

FIGURA A

CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE CONTROL.

1.- ELEMENTO PRIMARIO. Es el primer instrumento que detecta o sensa el valor de la variable de proceso, y cuya salida asume un estado predeterminado e intelegible que corresponde al valor de la detección. El elemento primario puede estar integrado con otros elementos funcionales del circuito de control.

2.- ELEMENTO SECUNDARIO O TRANSMISOR. Es el dispositivo que detecta la variable de proceso por medio de un elemento primario y que tiene una salida cuyo valor en el estado estable cambia únicamente en función de la variable de proceso. La señal de salida es enviada al controlador, por medio de una señal neumática con un rango de 3 - 15 lb/in² o bien señal eléctrica con un rango de 4 - 20 mA.

3.- CONTROLADOR. Esta unidad recibe la señal enviada por el transmisor y realiza dos funciones.

a) Compara la señal enviada por el transmisor con el punto de ajuste (valor deseado de la variable), y si existe alguna diferencia entre estos dos, genera una señal de error proporcional a la magnitud del disturbio existente en la variable de proceso.

b) Procesa la señal de error por medio de los modos de control, los cuales generan una señal correctiva, que es enviada a el elemento final de control, para minimizar al máximo la desviación existente entre el valor de la variable de proceso y el punto de

ajuste. La señal correctiva enviada al elemento final de control puede ser neumática o eléctrica, 3 a 15 lb/in² o 4 a 20 mA, respectivamente.

4.- ELEMENTO FINAL DE CONTROL. Este elemento recibe la señal correctiva del controlador y actúa directamente sobre la variable manipulada para mantener esta en los límites deseados. Generalmente, el elemento final es una válvula de control, o también, pueden ser mamparas, solenoides, relevadores, persianas, etc.

5.- VARIABLE MANIPULADA. Es aquella que se puede hacer cambiar directamente con el elemento final de control.

6.- VARIABLE CONTROLADA. Es aquella que se mide por medio del elemento primario y se desea controlar bajo ciertos límites.

7.- PUNTO DE AJUSTE. Se le conoce también como set-point y es el valor deseado de la variable de proceso.

8.- MODOS DE CONTROL. Son los métodos utilizados por los controladores para contrarrestar la desviación de una señal de su punto de ajuste.

Por lo anterior podemos definir la instrumentación y control industrial como aquella que estudia los diferentes dispositivos existentes en un circuito de control, así como la aplicación correcta de los mismos, para mantener controlado automáticamente un proceso industrial.

APPENDICE B

MODOS DE CONTROL.

Se mencionó anteriormente que el controlador tiene los medios necesarios para corregir una desviación o error, a esos medios se les llama modos de control y es la acción correctiva del controlador sobre el elemento final de control para mantener el valor deseado de la variable controlada. Dicho en otra forma el modo de control es el que determina la acción de un sistema de control a ciertas condiciones de operación.

Los modos de control más empleados dentro de la industria del petróleo son los siguientes:

- a).- Dos posiciones (on-off).
- b).- Proporcional (P).
- c).- Proporcional más reajuste automático (Integral).
- d).- Derivada (D).
- e).- Proporcional más reajuste automático más acción derivativa
(P + I + D).

a) CONTROL DE DOS POSICIONES.

El control de dos posiciones, también llamado abierto-cerrado, es

aquel en el cual el elemento final de control sólo puede estar en una de sus dos posiciones extremas, dependiendo de que la variable controlada esté arriba o abajo del punto de ajuste.

El tipo más conocido de control de dos posiciones es el eléctrico, por ejemplo: relevadores, protección de transformadores, generadores y motores eléctricos, fusibles, etc.

En resumen, el control de dos posiciones es satisfactorio cuando:

- 1).- Los atrasos de transmisión y tiempo muerto son despreciables.
- 2).- La velocidad de reacción del proceso es lenta.
- 3).- Los atrasos de medición y control son pequeños.
- 4).- Los cambios de carga no son grandes ni frecuentes.

b) CONTROL PROPORCIONAL.

Este es uno de los tipos de control más comúnmente utilizados y produce una salida que es proporcional a la señal de error. La salida no será restringida a dos valores como en el caso del control de dos posiciones, sino que puede ser cualquier valor de señal de mínimo a máximo y existe una relación lineal continua entre el valor de la medición actual de la variable controlada, y la posición de la válvula (elemento final de control). Generalmente el instrumento se alinea de modo que ocurra la salida a 50% de la escala cuando el error sea cero.

El control proporcional es satisfactorio cuando:

- 1) La velocidad de reacción del proceso es lenta.
- 2) No hay grandes atrasos en la transmisión.
- 3) No hay tiempo muerto o es despreciable.
- 4) No hay cambios rápidos ni grandes de carga.

c) CONTROL PROPORCIONAL CON REAJUSTE AUTOMÁTICO (RESET)
(INTEGRAL)

Uno de los modos de control que ayuda a evitar la desviación característica del control proporcional, es el reajuste automático o integral el cual se utiliza en combinación con el control proporcional. El efecto que produce el reajuste automático, es el repetir la acción efectuada por la acción proporcional, hasta eliminar la desviación entre la variable controlada y el punto de ajuste, no importando la posición del elemento final de control. Las unidades de reajuste automático (reset) que más comúnmente se usan se llaman "repeticiones por minuto" que significa el número de veces que la acción de reposición automática reproduce lo que la acción proporcional haría sola.

d) CONTROL PROPORCIONAL CON REAJUSTE AUTOMÁTICO Y ACCIÓN DERIVATIVA (RATE).

Algunos procesos que tienen tiempo muerto o bien que tienen retraso de tiempo entre la variable controlada y el momento en que el elemento primario de medición detecta totalmente ese cambio

requieren de un modo de control que actúe inmediatamente que sienta un cambio de la variable y que se anticipe al efecto que pudiera producir un cambio de carga en un proceso con tiempo muerto. Este tipo de control es el de acción derivativa o Rate.

Las unidades en que se mide la acción derivativa es en unidades de tiempo ya que su función es el de reducir el tiempo de estabilización de la variable. Cuando se dice que el control de rate tiene un ajuste de dos minutos, significa que con la derivada se obtuvo una situación en la variable controlada, dos minutos antes que si únicamente se hubiera empleado una acción proporcional para controlar el proceso. Es decir, que las unidades de la acción derivativa están en función de la acción proporcional.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Andrew, W.G. and Williams, B. Applied instrumentation in the Process Industries, vol I. 2nd ed., Gulf Publ., 1979.
- 2.- Baille, N.B., The Application of Programmable Controllers to Compressor System for Offshore Applications, Measurement and Control: Journal of the Institute of Measurement and Control (England), Vol. 14, No. 9 Sept. 1981.
- 3.- Cherba, D.M., Redundancy in Programmable Control Systems, Instrument and Control Systems, April 1983.
- 4.- Cocheo S., Distributed Computer Control Systems: Evaluations, Implementations, and Economics. Report No. 6, Marcel Dekker, 1983.
- 5.- Considine, D.M., Process Instruments and controls Handbook, McGraw-Hill Book Co., New York, 1957.
- 6.- Daiker, J., Operators Interface: Link-up of a Color-Graphic CRT and PLC, 9th Annual Conference and Equipment Display Proceedings. ESD, March 1980.
- 7.- Gilbert, R.A., Llewellyn, J.A., Programmable Controllers. Practices and Concepts, Industrial Training Corporation, 1985.
- 8.- Heider, R.L., The Programmable Controller as a Process Link to a Distributed Computer Network, ISA 1980 Annual Conference, Advances in Instrumentation, Vol.35, Part II, Instrument Society of America. October 20-23. 1980.
- 9.- Henry, D., PC Input/Output Considerations, Instrument and

Control Systems, June 1980.

- 10.- Hopper, A., Temple, S., Williamson, R., Diseño de Redes Locales. Addison-Wesley Iberoamerica, 1990.
- 11.- IEEE Standards Board, IEEE Standards for Local Area Networks: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD). New York: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1985.
- 12.- IEEE Standards Board. IEEE Standards for Local Area Networks: Logical Link Control, est. 802.2 ANSI/IEEE-1985. New York: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1984.
- 13.- ISA-S5.1, Símbolos e Identificación de Instrumentación, 1a. ed. en español, Instrument Society of America, 1982.
- 14.- ISA- S5.2 Binary Logic Diagrams for Process Operations, Instrument Society of America, 1981.
- 15.- Jones, C.T., Bryan, L.A., Programmable Controllers. Concepts and Applications, 1st. ed., IPC/ASTEC 1983.
- 16.- Keyes, M.A., and Rice, L.S., Offshore Plataforma Automation. D. Armstrong Co. 1990.
- 17.- Larsen, G.R., A Distributed Programmable Controller System for Batch Control, Intech, March 1983.
- 18.- Lipták, Instrument Engineers' Handbook, Chilton Book Co., Radnor, Pa., vol. I, 1969, vol. II, 1970, Supplement, 1972.
- 19.- Madron Thomas W., Redes de Area local, la siguiente

generación, 1a. ed., en español, Ed. Limusa 1992.

- 20.- Murrill, P.W., Automatic Control of Processes, International Textbook Co., Seranton, Pa., 1967.
- 21.- Perry, R.H., Manual del Ingeniero Químico, Sta., ed., McGraw-Hill de México, 1982.
- 22.- Recommended Practice ISA-RP60.8, Electrical Guide for Control Central, Instrument Society of America.
- 23.- Sykora, M.R., The Design and Applications of Redundant Programmable Controllers, Control Engineering, July 1982.
- 24.- Siemens, Simatic S5, S5-135U, S5-155U and S5-155H Programmable Controllers. Catalog ST54.1, 1992.
- 25.- Siemens, Simatic II-500/S05 Tisoft 2 Release 4.2 User Manual 3rd. ed. 04/1992.
- 26.- Siemens, SINEC, Industrial Communication Networks, Catalog 1K 10/1991.
- 27.- Sociedad de Instrumentistas de America. Sistemas de Control Distribuido, Características y Criterios de Evaluación. Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, 12 y 13 de septiembre de 1991.
- 28.- Texas Instrument, Automation engineering Bulletin, 1990.
- 29.- Texas instrument, Automation for the Oil and Gas Industry 1990.
- 30- Texas Instrument S/3 Opview Workstation Product, bulletin 1991.

31.- Texas Instrument S/3 Supervisory Control and Data Acquisition System, 1990.

32.- Texas Instrument System Overview, sept, 1991.