

300617



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

18
2ej

"DISEÑO Y CONFORMACION DE UN
SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO"

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO - ELECTRICISTA
AREA PRINCIPAL: INGENIERIA ELECTRONICA

P R E S E N T A :

JAVIER DE JESUS CORO GARCIA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1987



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.

I N D I C E

CAPITULO I

INTRODUCCION

1. Antecedentes Históricos
- 1.1 Control Convencional
- 1.2 Control Centralizado
- 1.3 Control Distribuido

CAPITULO II

CONTROLADORES

1. Definición
2. Tipos de Controladores
- 2.1 Controlador Simple
- 2.2 Controlador Complejo
- 2.3 Controlador para Procesos Discontinuos
- 2.4 Unidad de Transferencia
3. Redundancia en los Controladores
4. Selección de los Controladores

CAPITULO III

INTERFASES CON EL OPERADOR

1. Definición
2. Tipos de Interfases con el Operador
 - 2.1 Estación de Operador
 - 2.2 Consolas de Operación
 - 2.2.1 Consola de Formato Fijo
 - 2.2.2 Consola de Formato Variable
 - 2.2.3 Consola de Formato Discontinuo

CAPITULO IV

UNIDAD DE ENTRADAS/SALIDAS

1. Definición
2. Tipos de Señales de Entradas/salidas
 - 2.1 Entradas/Salidas Analógicas (voltaje/corriente)
 - 2.2 Entradas/Salidas Discretas
 - 2.3 Entradas de Resistencia (RTD)
 - 2.4 Entradas de Milivolts y Termopares
 - 2.5 Entradas de Contador de Pulsos
 - 2.6 Entradas Propias de cada Fabricante

CAPITULO V

COMUNICACIONES

1. Definición
2. Componentes de las Comunicaciones
 - 2.1 Director de Tráfico
 - 2.2 Director de Red
 - 2.3 Concentrador de Datos
 - 2.4 Interfase de Comunicaciones
3. Redundancia de Comunicaciones
4. Construcción de un Sistema de Comunicaciones

CAPITULO VI

ACCESORIOS

1. Unidad de Almacenamiento y Registro
2. Impresora
3. Fuentes de Poder y Suministro Eléctrico
4. Unidad de Disco
 - 4.1 Software Operativo
 - 4.2 Configuración
5. Gabinetes
6. Interfases con otras Computadoras

CAPITULO VII

INSTALACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

1. Definición del tipo de Sistema de Control Distribuido
 - 1.1 Arquitectura del Sistema
 - 1.1.1 Tipo de Interfase con el Operador
 - 1.1.2 Tipos de Desplegados
 - 1.1.3 Alarmas
 - 1.1.4 Sumarios y Reportes
 - 1.1.5 Impresora
 - 1.1.6 Información General
 - 1.2 Dimensiones del Sistema
2. Consideraciones para la Instalación de un Sistema de Control Distribuido
3. Diseño de un Sistema de Control Distribuido

CAPITULO VIII

CONCLUSION

1. Confiabilidad del Sistema de Control Distribuido
2. Fallas en los Sistemas de Control Distribuido
3. Desventajas de los Sistemas de Control Distribuido
4. Futuro de los Sistemas de Control Distribuido

APENDICE I

**COMPARACION DE PRECIOS ENTRE LOS DIFERENTES EQUIPOS DE CONTROL
(NEUMATICO, ELECTRONICO Y DISTRIBUIDO)**

CAPITULO I

CAPITULO I

INTRODUCCION

1. Antecedentes Históricos

El control de procesos se inició en forma muy rudimentaria en el siglo pasado, pero cuando comienza a ser como se le conoce en la actualidad es a partir de la Segunda Guerra Mundial.

Se pueden señalar tres eras en el control de procesos y son las siguientes:

- a) Control convencional
- b) Control centralizado
- c) Control distribuido

1.1 Control Convencional

El control convencional es el que se encuentra con más frecuencia en la actualidad en todas las compañías. Un lazo de control típico sería el de la figura 1, donde encontramos tres elementos principales: el transmisor, el controlador y la válvula de control.

En este tipo de control serán necesarios tantos lazos de control como puntos a controlar existan en nuestro proceso.

Es necesario diseñar cada controlador para una sola

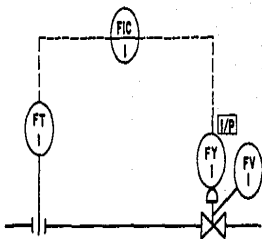


Fig. 1 Lazo típico de control.

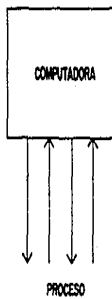


Fig. 2 Diagrama esquemático de un sistema de control centralizado.

función determinada y no pueden tener una función universal que les permita resolver cualquier problema de control en cualquier proceso.

En este tipo de control se pueden presentar fallas que no implican la pérdida de un lazo de control por completo, pudiendo ocasionar desajustes o respuestas erróneas, ocasionando que el proceso no funcione como debería sin que sea detectado.

Por otro lado, al operador se le dificulta enormemente la operación del sistema por la gran cantidad de instrumentos necesarios para su operación.

Hay que mencionar que dentro del control convencional se encuentran dos tipos de instrumentación, neumática y electrónica.

En la instrumentación neumática se observan instrumentos localizados en el mismo lugar donde se encuentra el lazo de control, teniendo como consecuencia que los instrumentos estén todos dispersos por la planta, provocando que se requiera una gran cantidad de operadores y que nuestro control no sea muy eficiente.

En la instrumentación electrónica se resuelve el problema de la distribución geográfica al tenerlos todos en un papel de control y en un local destinado a ese fin. El problema reside en que al no tenerlos todos en el lugar del lazo de control se pierde la orientación a qué -

lazos pertenece cada instrumento y, por otro lado, si la cantidad de instrumentos es muy grande a los operadores les resultará difícil poder operar el sistema.

1.2 Control Centralizado

La segunda era del control corresponde al control centralizado.

El control centralizado consiste en una computadora donde se efectúan todas las operaciones propias de los controladores, así como de todos los instrumentos auxiliares como medidores, alarmas, operaciones matemáticas, etc.

En la figura 2 se muestra el diagrama esquemático de un sistema de control centralizado.

Con este tipo de control se logra, por un lado, la distribución geográfica sin perder la localización de los diferentes instrumentos; se desaparecen también los paneles con una gran cantidad de instrumentos y por lo tanto la necesidad de muchos operadores.

Sin embargo, este tipo de sistema presenta dos problemas muy graves que no han permitido que su desarrollo alcance gran aceptación en el mercado. Son: la limitación de capacidad y la posibilidad de que llegara a fallar la computadora.

El primero de los casos se debe a que la computadora debe efectuar todas las operaciones del proceso completo, por lo que si éste es muy grande la computadora no tendría la capacidad necesaria.

En el segundo caso pensemos qué pasaría si la computadora llegara a tener una falla. Si esto ocurriera podría darse el caso de perder todos los lazos de control de una planta, ocasionando inevitablemente el paro de ésta.

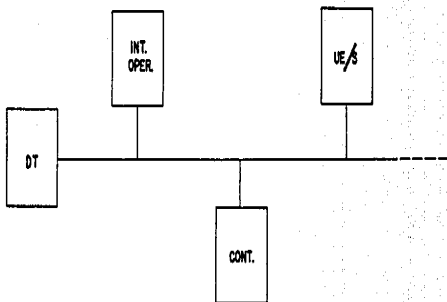
Por estas dos razones este tipo de control no logró tener aceptación, lo que no resulta difícil de creer, al ver las consecuencias que puede tener. Por este motivo actualmente el tipo de control existente en la mayor parte de las plantas es el convencional.

1.3 Control Distribuido

Con el control distribuido desaparecen todas las fallas que se encuentran en los otros tipos de controles.

En la figura 3 se presenta el diagrama esquemático de este tipo de control y podemos observar que es, en cierta forma, muy similar al control centralizado, pero en este caso cada elemento del sistema tiene una función por separado.

Con este tipo de control se obtiene una distribución geográfica sin perder la localización, gracias a la



DT: DIRECTOR DE TRAFICO
 INT. OPER: INTERFASE DE OPERADOR
 CONT: CONTROLADORES
 UE/S: UNIDAD DE ENTRADAS/SALIDAS

Fig. 3 Diagrama esquemático de un sistema de control —
 distribuido.

pantalla. No se requiere de un gran número de operado--res y, lo más importante, ningún elemento es dependiente de otro para poder operar.

En este tipo de control la computadora únicamente--tiene una función de supervisión y no de cerebro de todo el sistema, como en el control centralizado. Por otra - parte, cada elemento cuenta con un microprocesador, para el perfecto funcionamiento de cada uno de ellos. Todos- estos elementos están conectados entre sí por medio de - una línea de comunicación o pista de datos.

El sistema de control distribuido requiere de los--siguientes elementos para su operación:

- a) Controladores
- b) Interfases con el operador
- c) Unidad de entradas/salidas
- d) Comunicaciones

En los capítulos posteriores se explicarán cada uno de ellos.

CAPITULO II

CAPITULO II

CONTROLADORES

1. Definición

La sección más importante del sistema de control -- distribuido es la de los controladores. Estos controladores son digitales por lo que cuentan con todas las ven tajadas de este tipo de equipos, como son la exactitud y -- la no utilización de partes mecánicas, lográndose que -- tengan más tiempo de vida.

Como ya se dijo anteriormente para que a un sistema de control se le pueda llamar distribuido debe tener a -- todos sus elementos con operación independiente. Los -- controladores no son la excepción en este aspecto, es -- decir, que no requieren más que suministro eléctrico para operar. Por lo tanto aunque estuviera todo el sistema apagado, mientras los controladores tengan suministro eléctrico éstos podrán ejercer control sobre las varia-- bles de proceso.

Todos los controladores de los sistemas de control-- distribuido se basan en un microprocesador. Este micro-- procesador es el cerebro del controlador y es el que mar cará el procedimiento a seguir por éste.

2. Tipos de Controladores

Son cuatro los tipos de controladores:

- a) Controlador simple
- b) Controlador complejo
- c) Controlador para procesos discontinuos
- d) Unidad de transferencia

Cada uno de ellos tiene una configuración diferente y un uso particular. A continuación se publicarán estas diferencias, una a una.

2.1 Controlador Simple

El controlador simple es el que más se aproxima a los controladores convencionales. Tiene capacidad para un solo punto de control. En la figura 4 podremos ver una utilización típica de este controlador.

Por supuesto que este controlador se utiliza solamente para procesos continuos donde no puede cambiar su procedimiento de operación.

Por lo general este tipo de controlador tiene capacidad para extraer la raíz cuadrada, seleccionar entre señales altas y bajas, alarmas y registro. Por otra parte, el algoritmo de control puede ser cualquier combinación, es decir, proporcional; proporcional más integral; o proporcional más integral más derivativa.

La señal que reciben los controladores simples son las de 4-20 mA o 1-5 Vdc, aunque hay ciertos fabricantes

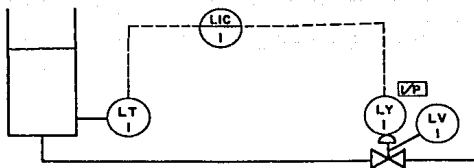


Fig. 4 Lazo típico para la utilización de un controlador simple.

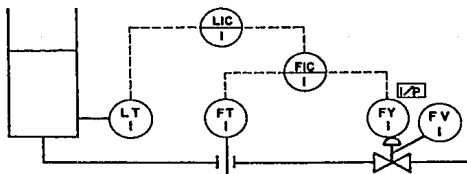


Fig. 5 Lazo típico para la utilización de un controlador complejo (dos puntos de control).

que tienen sus propios tipos de señales.

Los controladores simples son los controladores más cercanos a los convencionales pues prácticamente la única modificación es que uno es electrónico o neumático -- mientras que el otro es digital.

Si se compararan los controladores convencionales -- con los simples se observaría que el controlador simple, gracias a que es digital y que está basado en un micro-- procesador tiene mayor flexibilidad para realizar funciones opcionales como las ya mencionadas (extracción de -- raíz cuadrada, alarmas, etc.)

Al contar con esta flexibilidad el controlador simple es, en sí, más económico que los convencionales, pero se comienza a notar un aumento en el costo cuando se incluyen los demás accesorios de un sistema de control -- distribuido. (Ver apéndice I)

Ahora bien, un controlador de un sistema de control distribuido puede funcionar, o hacer la operación de control, sin necesidad de otro instrumento, tan sólo con el suministro eléctrico, pero si no se utilizara una interfase con el operador sería imposible conocer en que situación se encuentra el proceso.

La sintonización de los controladores simples se -- lleva a cabo por medio de la interfase con el operador. Una vez que tenga en la memoria su sintonización, aunque

se corte el suministro eléctrico no se perderá la sintonización del controlador ya que la memoria donde está -- guardada es del tipo no volátil, es decir que no se borra o se cambia hasta que se le notifique de nuevo por medio de la interfase con el operador.

El que un controlador simple únicamente tenga capacidad para un solo punto de control no significa que no se pueda utilizar para lazos de control donde estén conectados entre sí dos o más puntos de control. Por ejemplo se puede pensar en un lazo de control en cascada si se utilizan dos controladores sencillos y se conectan físicamente de forma tal que uno de los dos tenga un punto de ajuste remoto, efectuándose perfectamente el control sobre dicho lazo de control.

El que se puedan conectar físicamente los dos controladores simples no es nada nuevo pues, de hecho, los controladores convencionales, tanto neumáticos como electrónicos, este tipo de conexión es de lo más común.

2.2 Controlador Complejo

El controlador complejo tiene capacidad para dos o más puntos de control.

Aunque aquí ya se puede ver una diferencia con el controlador sencillo la mayor diferencia radica en que el controlador complejo funciona bajo un procedimiento fijado por el operador. Es decir, el operador le va a--

indicar cómo debe funcionar, bajo qué condiciones y parámetros.

En las figs. 5 y 6 se pueden ver dos ejemplos de su aplicación.

En la fig. 5 se observa un controlador con capacidad de dos puntos de control en cascada, mientras que en la fig. 6 se puede ver uno con capacidad de ocho puntos de control.

Por otra parte, hay que aclarar que además de los puntos de control tiene capacidad para puntos de indicación, alarma, registros, adquisición de datos, etc.

Como ya se mencionó anteriormente, en los controladores complejos el operador fija la forma de operarlo. Si se toma como ejemplo la fig. 6 se fija el funcionamiento de un controlador complejo para dos puntos de control, lo cual consiste en un programa (se muestra en la fig. 7).

Antes de explicar el programa es necesario aclarar que éste fue tomado como ejemplo, siendo el lenguaje utilizado por el sistema PROVOX de Fisher Controls. Esta selección se hizo arbitrariamente y no significa que sea el lenguaje empleado por todos los sistemas de control distribuido. En realidad todos los sistemas de control distribuido de diferentes marcas tienen sus propios lenguajes.

Volviendo al programa de la fig. 7, la primera orden que se da al controlador es la de indicar un lazo de control utilizando la orden "LOOP" e inmediatamente -- después se le indica que el lazo de control es del instrumento con identificación LIC-1. Posteriormente se le indica que hay una entrada analógica con la orden "AIN" -- y que ésta va a entrar por la terminal XX No. 1. La tercera orden "CASC" es para indicarle al controlador que -- la señal que obtenga después de efectuar la operación de control será utilizada como punto de ajuste remoto para el segundo controlador, o controlador secundario, con -- identificación "FIC-1". La orden que sigue "CNTRL", es con la que se efectúa la operación de control propiamente dicha. De nuevo se le repite la orden de "LOOP", con lo que se le indica que hay otro lazo de control con la identificación de "FIC-1". Se le da entrada a la señal analógica por la terminal No. 2 pero en esta ocasión también se le indica que debe extraer la raíz cuadrada a la señal de entrada analógica debido a que es una señal de flujo y hay que linealizarla. Todo esto se le indica -- con la orden "AINSQRT". Se efectúa nuevamente una operación de control con la orden "CNTRL" y se le da una señal de salida analógica por la terminal No. 3 con la orden "AOUT". Por último es necesario indicarle el fin -- del programa con la orden "END" con la que al mismo tiempo se le indica que vuelva a comenzar el programa.

Como se habrá observado con este tipo de órdenes resulta posible llevar a cabo cualquier estrategia de control, siempre y cuando no se sobrepase la capacidad de --

No. de Piso	Orden	Indicación	Descripción
1	Loop	LIC-1	Lazo de Control
2	AIN	1	Entrada Analógica
3	CASC	FIC-1	Función Cascada
4	CNTRL		Control
5	LOOP	FIC-1	Lazo de Control
6	AINSOR	2	Entrada analógica y extracción de rafz cuadrada
7	CNTRL		Control
8	AOUT	3	Salida Analógica
9	END		Fin de Programa retorno al paso 1

Fig. 7 Programa de un controlador complejo

puntos de control admisibles por cada controlador.

Por otra parte, la cantidad de órdenes disponibles no se limita a las siete funciones diferentes que se muestran aquí. Por ejemplo, para el mismo sistema que se ha presentado hay, aproximadamente, 120 órdenes diferentes.

Con la utilización de este tipo de controlador los costos se reducen considerablemente pues todos los instrumentos (extractores de raíz cuadrada, sumadores, multiplicadores, selectores, etc.) son reemplazados por un solo controlador, que puede efectuar todas estas operaciones por sí mismo.

2.3 Controlador para Procesos Discontinuos

El tercer tipo de controlador que se encuentra en un sistema de control distribuido es el utilizado en los procesos discontinuos o procesos "Batch".

En este tipo de procesos es necesario que el controlador cambie sus estrategias de control o sus parámetros de sintonización cuando la variable de proceso llegue a una cierta condición.

Este tipo de control se efectuaba anteriormente con controladores para procesos continuos. La razón por la que se empleaba ese tipo de controladores era que los controladores para procesos discontinuos eran en extremo

complicados y requerían de gran experiencia por parte de los operadores para obtener productos más o menos aceptables.

En la actualidad con el uso de programas en los controladores es más fácil utilizar este tipo de controladores y la única experiencia que se requiere de los operadores es la necesaria para operar un sistema de control continuo.

El sistema de control discontinuo es aquél en el que el proceso es variable con respecto al tiempo. Por ejemplo, en un reactor un lazo de control de flujo puede encontrarse en operación automática y cuando llegue a un cierto punto del proceso pasar a operación manual y cambiar el valor del punto de ajuste. Por otra parte, se podría también cambiar de un cierto tipo de lazo de control a otro completamente diferente.

En la fig. 8 se muestra un ejemplo de este tipo de control. Se puede observar que hay dos lazos de control, uno para controlar la presión y el otro para controlar el flujo. El que esté operando uno u otro de los lazos de control dependerá de las condiciones del proceso o de los diferentes productos que se quieran obtener.

Hay cuatro casos en los que es necesario usar este tipo de controladores y son: cuando se desean obtener diferentes productos con el mismo lazo de control; cuando se desea obtener un solo producto, pero bajo condiciones

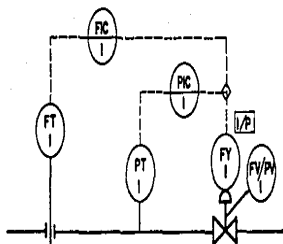


Fig. 8 Lazo típico para la utilización de un controlador para procesos discontinuos.

diferentes de proceso; cuando la producción es función - del tiempo, es decir, en "X" tiempo se produce y en otro tiempo no se produce y cuando se requiere del arranque y paro de bombas y motores en forma alternativa.

2.4 Unidad de Transferencia

La unidad de transferencia no es un controlador propiamente dicho, sino que más bien es un auxiliar de los controladores.

Hay ocasiones en que un controlador se descompone o requiere de mantenimiento. En estos casos, con la ayuda de una unidad de transferencia, es posible lograr que no se pierda el control de la variable de proceso mientras se reemplaza o repara el controlador, operando manualmente.

La unidad de transferencia permite que se establezca un puente entre las señales de entrada y las señales de salida, efectuándose el control mientras que al mismo tiempo se desconecta el controlador, llevándose a cabo toda la operación del controlador en la unidad de transferencia.

3. Redundancia en los Controladores

En todos los sistemas de control distribuido es posible tener redundancia en los controladores.

Esta redundancia se puede producir en dos formas: -

duplicando los controladores o con un controlador adicional.

En el primero de los casos es necesario instalar -- por cada controlador en operación uno idéntico, incluyendo todos los parámetros de sintonización.

En el segundo caso se instala un controlador al que hay que pasarle todos los datos de operación en el momento en que falle un controlador en operación.

Está claro que el controlador por duplicado es la -- mejor forma de redundancia en un sistema pues en el momento en que llegara a fallar el controlador en operación el controlador redundante tomaría el control del proceso en forma automática, mientras que al utilizar un controlador adicional se llegaría a perder durante un lapso de tiempo el control de la variable mientras se den entrada a todos los datos de operación en dicho controlador adicional.

Sin embargo, el tener controladores por duplicado -- tiene un inconveniente. Este es el costo tan elevado -- que ello significaría pues se estaría instalando el do-- ble de la cantidad necesaria de controladores para con-- trolar el proceso.

Es aquí donde debe entrar en juego el criterio y -- considerar cuál sería la solución más conveniente de --- acuerdo a las necesidades. Es decir, si sería conveniente

te utilizar controladores por duplicado o utilizarlos -- únicamente para ciertos lazos de control donde la operación del sistema requiera de esta redundancia debido a -- lo crítico de su operación.

No hay que olvidar que la unidad de transferencia-- puede dar algo de redundancia en el sistema pues en el -- momento en que llegara a fallar el controlador se podría conectar esta unidad de transferencia y operar el siste-- ma.

Por estas razones es necesario conocer cuáles son -- los gastos en que se puede incurrir y hasta qué punto -- afectaría al sistema uno u otro tipo de redundancia.

4. Selección de los Controladores

En un sistema de control es muy importante saber -- como seleccionar un controlador, ya que de esto depende-- rá en forma considerable el costo de los mismos y lo fun-- cional del sistema.

Si se toma como ejemplo la fig. 9 se podría deducir que se pueden utilizar tanto dos controladores simples-- como uno complejo, llegando a sentirse indecisión sobre-- cuál escoger.

Para esto es necesario señalar que un controlador-- complejo, con capacidad para dos puntos de control tiene un costo más bajo que dos controladores simples. Sobre

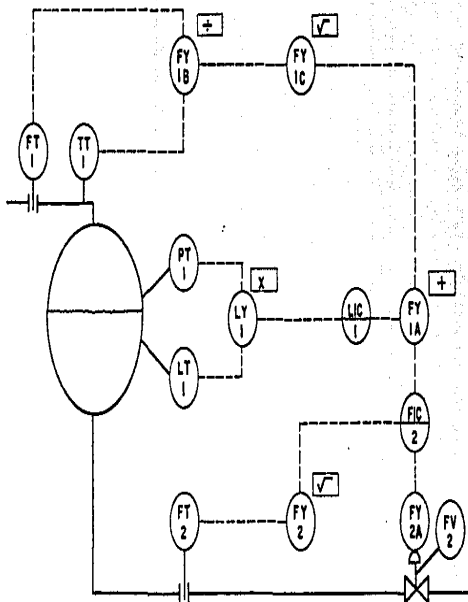


Fig. 9 Lazo de control de una caldera.

la base de esta deducción se podría decir de inmediato — que sería más conveniente seleccionar un controlador complejo. En el caso de este ejemplo sería lo acertado sin lugar a dudas.

No obstante, puede darse el caso que se presenta en la fig. 10 en el que si se escogiera un controlador complejo y uno simple el costo sería menor pero se pondrían en peligro dos lazos de control, mientras que si se utilizaran tres simples en el caso de fallar uno de ellos — solamente se perdería uno de los lazos de control.

Es aquí donde es necesario pensar qué sería más conveniente para el sistema: si tomar en cuenta tan solo — el costo o la funcionalidad del sistema.

Una buena pauta para hacer la selección correcta — sería la siguiente:

"Siempre que exista un lazo de control con todos — los puntos de control dependiendo unos de otros se escogerá un controlador complejo; siempre que se tenga un lazo con todos los puntos de control independientes entre sí se seleccionará un controlador simple".

Por supuesto que esta pauta no es infalible, pero — por lo general es la más acertada.

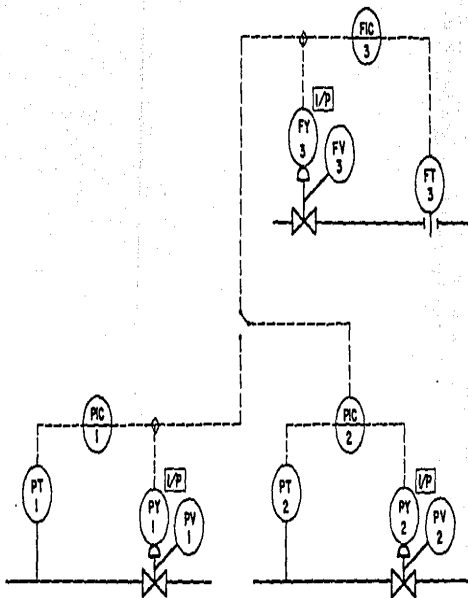


Fig. 10 Lazo de control con tres controladores independientes conectados por medio de un interruptor.

CAPITULO III

CAPITULO III

INTERFASES CON EL OPERADOR

1. Definición

La interfase con el operador es el instrumento por medio del cual es posible la comunicación del humano con los demás dispositivos del sistema de control distribuido.

Sin una interfase con el operador sería imposible-- conocer como se encuentran los controladores, la unidad de entradas/salidas, etc.

De esta forma, si se quiere cambiar la sintoniza--- ción de un controlador, cambiar el punto de ajuste, el modo de operación, o simplemente conocer cuál es la va--- riable de proceso, ya sea controlada o de indicación, la única forma será por medio de la interfase con el operador.

No sería por lo tanto posible operar un sistema de control distribuido si no se contara con algún tipo de -- interfase con el operador pues no existe ninguna otra -- forma de actuar sobre un controlador, de observar una va riable de indicación, arrancar un motor o cualquiera --- otra operación normal de un lazo de control.

2. Tipos de Interfases con el Operador

Hay dos tipos de interfases con el operador y el --

uso de uno u otro está ligado en forma directa con el tamaño del sistema, el grado de sofisticación y el costo - permisible para cada caso específico.

A continuación se detalla cada uno de los tipos de interfaces:

- a) Estación de operador
- b) Consolas de operación

2.1 Estación de Operador

La estación de operador es una interfase con el operador que, en lo externo, no difiere en gran cosa del controlador convencional. En la fig. 11 se muestra la parte frontal de una estación de operador. En esta figura se puede observar su gran similitud con los controladores convencionales. Su uso es muy sencillo para todas aquellas personas que estén familiarizadas con la operación de procesos.

Como innovación en este tipo de estación de operador se puede observar que existen alarmas por desviación (variable de proceso-punto de ajuste) y alarmas absolutas (alto-bajo). Por otra parte, cuenta con tres teclas para cambiar los parámetros. Por un lado se puede cambiar el parámetro hacia arriba o hacia abajo (mayor o menor) con cambios muy pequeños. Por otra parte, al oprimir la tecla de "hacia arriba" o "hacia abajo", conjuntamente con la tecla del centro se logran modificaciones -

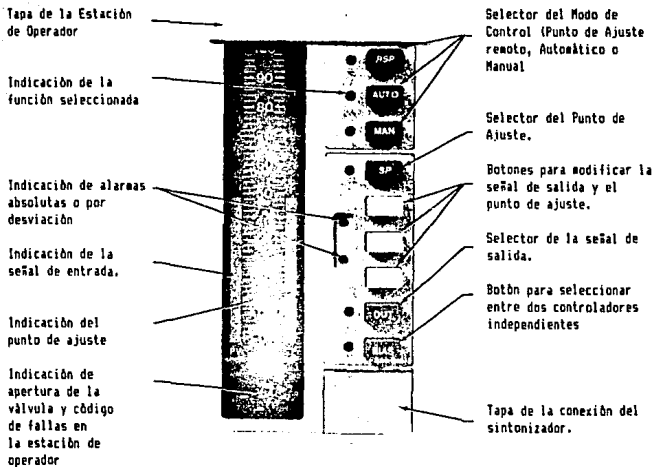


Fig. 11 Estación de operador

radicales en el parámetro.

Este tipo de interfase con el operador se instala - en los tableros de control que se utilizan para los controladores convencionales electrónicos y se pueden emplear en forma conjunta con registradores, indicadores o cualquier otro instrumento.

2.2 Consolas de Operación

La interfase con el operador más sofisticada hasta el momento es la consola de operación. Con la consola ya no es necesario tener una cantidad enorme de instrumentos en un tablero, además de un número considerable de operadores con un índice de posibilidad de error humano bastante alto. En su lugar en la actualidad se puede contar con toda una visión de una planta en una sola pantalla.

Junto con la consola siempre se encontrará una computadora, o en su caso, una microcomputadora si el sistema no es muy grande.

Esta computadora es la que efectúa el control supervisorio del sistema, realizando todo tipo de operaciones y funciones. De esta forma la computadora es la que recibe, compara y, si es necesario, corrige la operación de todo el sistema.

Es necesario aclarar que aunque es el cerebro de un

sistema de control distribuido, no es indispensable para su funcionamiento pues si así fuera sería un control centralizado y no uno distribuido.

La computadora realiza también otra operación muy importante: la de supervisión. En el caso de que ocurra algún tipo de desperfecto en alguna parte de todo el sistema la computadora es capaz de definir donde ocurrió el mismo haciéndoselo saber al operador de forma tal que — éste pueda tomar una decisión para su corrección.

En un sistema tan complejo como lo es cualquier sistema de control distribuido si no se cuenta con algo que indique estos desperfectos, al momento de producirse, — sería prácticamente imposible localizarlo.

A esta función comúnmente se le conoce como el diagnóstico y la computadora no sólo indica los desperfectos al momento en que ocurren sino que el operador puede consultar en cualquier momento para conocer cómo está funcionando el sistema.

La consola puede ser operada por una sola persona, — aunque esto no es muy recomendable en sistemas muy grandes pues sería mucha la responsabilidad que caería sobre esta persona. En estos casos es conveniente tener dos o más pantallas de modo tal que, según sea necesario, dos o más personas operen toda la planta.

Conjuntamente con la pantalla se tiene su teclado —

de operación con el que resulta posible arrancar una --- planta y efectuar la operación y supervisión constante - de la misma.

Dentro de la consola hay varios desplegados que ayudan a la operación del sistema. En la fig. 12 se muestra un ejemplo de desplegado de alarmas en el cual se indica cada uno de los puntos del proceso (control e indicación) en su estado de operación normal.

Como se podrá observar existen unas pequeñas líneas horizontales que indican que esos puntos se encuentran en operación estable, sin ningún tipo de desviación. Por otro lado existen unas líneas verticales que van de la línea horizontal hacia arriba o hacia abajo; en estos casos señalan que hay una desviación con respecto a su posición normal.

Por lo general en los casos en que existen estas -- desviaciones la línea vertical o la horizontal muestra un cambio de color y se escucha el sonido de una bocina, con el fin de que se perciban tanto en forma visual como audible.

Otro tipo de desplegado es aquél en el que se necesitan uno o varios puntos de control o indicación. A -- este tipo de desplegado se le conoce como "de detalle" y "de grupo", respectivamente.

En las figs. 13 y 14 se brindan ejemplos de estos -

6/30/82 0:35:09







				
1 GRUPO 1	2 GRUPO 2	3 GRUPO 3	4 GRUPO 4	5 GRUPO 5
6 GRUPO 6	7 GRUPO 7	8 GRUPO 8	9 GRUPO 9	10 GRUPO 10
11 GRUPO 11	12 GRUPO 12	13 GRUPO 13	14 GRUPO 14	15 GRUPO 15
				
16 GRUPO 16	17 GRUPO 17	18 GRUPO 18	19 GRUPO 19	20 GRUPO 20

Fig. 12 Desplegado de alarmas.

6/30/82 0:42:25

1 LIC-1	1	EU 0X	13.000	20	ARW L0LM	0.000
NIVEL	2	EU 100X	58.000	21	ARW H1LM	100.000
- 58.0000	3	GAIN	20.000	28	RST MD	1
-	5	RESET	2.003	29	RST VO	50.000
-	6	RATE	0.000	30	RST SP	33.250
-	8	PV FTIM	0.000			
- 24.1094	9	REV ACT?	NO			
- 30.0016	10	INC CLO?	YES			
-	11	ALM A TR	5.006			
- CMS.	12	ALM B TR	24.250			
-	13	ALM C TR	49.998			
-	14	ALM DBND	1.125			
-	16	SP LD LM	30.002			
-	17	SP HI LM	46.750			
- 13.0000	18	VO LD LM	0.000			
DES V BAJD	19	VO HI LM	113.000			
AUTO SPLD						
%IVP 0.000						

Fig. 13 Desplegado de detalle.

GRUPO 5

1 LIC-5	2 FIC-5
PRIMARIO	SECUNDARIO
58.0000	1.0000
40.0141	1.0675
36.0063	0.5000
CMS.	GPM
13.0000	0.0000
MAN	DESV BAJO MAN

6/30/82

4 FT-5	5 HIC-5
MONITOREO	EST. MANUAL
1.0000	1.0000
0.0000	0.6181
0.0000	0.5241
GPM	GPM
0.0000	0.0000
QFS	DESV AUTO

Fig. 14 Despliegado de grupo.

desplegados. En este momento hay que mencionar que en estos tipos de desplegados se puede operar sobre cualquier punto de control o indicación.

Por otra parte, con estos desplegados se tiene acceso a la sintonización de cualquier instrumento.

Por último tenemos el desplegado gráfico donde se presenta toda la configuración de una planta o una sección de la misma, como se puede observar en la fig. 15. Este tipo de desplegado brinda una visión general de todo el proceso y desde él se puede tener acceso inmediato a cada uno de los instrumentos que lo integran.

En todos los tipos de desplegado se indican, al momento de ocurrir, todas las alarmas que puedan presentarse en cualquier sección del proceso de forma tal que se pueda proceder de inmediato a buscar la solución a dicha alarma.

Existen diferentes clases de consolas. A continuación se enumeran:

- a) Consola de formato fijo
- b) Consola de formato variable
- c) Consola de formato discontinuo

2.2.1 Consola de Formato Fijo

La consola de formato fijo es la utilizada normal

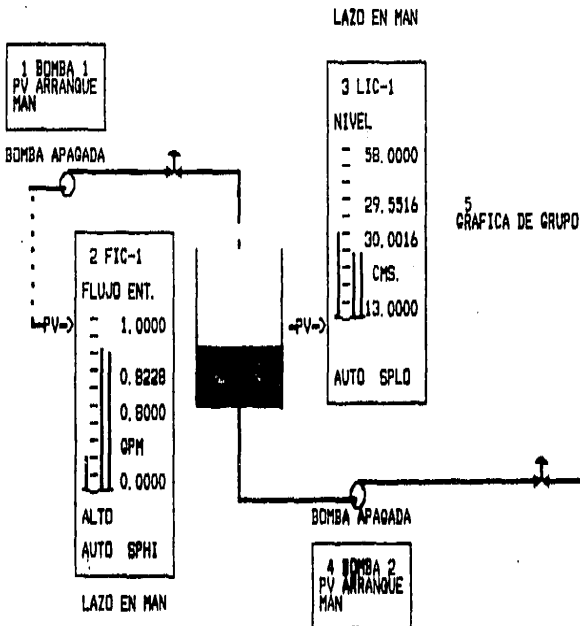


Fig. 15 Despliegado gráfico.

mente para sistemas pequeños, o donde no se desea tener un costo muy alto. Estos sistemas pueden contar con todas las funciones de un sistema de control distribuido, exceptuando las gráficas de proceso.

Normalmente estas consolas no son de gran capacidad (no mayor a 100 puntos) y es frecuente utilizarlas cuando no se requiere más de esta cantidad. Por otra parte, existen marcas cuyos sistemas no se encuentran muy actualizados, o que no cuentan con un desarrollo técnico muy amplio, que emplean este tipo de consola.

2.2.2 Consola de Formato Variable

La consola de formato variable es igual a la de formato fijo, pero cuenta con capacidad para tener cualquier tipo de desplegado gráfico. Su capacidad es considerablemente mayor, llegando a tener hasta 10,000 puntos.

Actualmente es el tipo de consola más vendida y de mayor aceptación.

Los desplegados gráficos son dinámicos, es decir, si por ejemplo, se tiene un tanque con un fluido en la pantalla se irá viendo como sube o baja el nivel de éste, al mismo tiempo que lo está haciendo el proceso real. Lo mismo puede hacerse con cualquier gráfica pues el ser dinámica implica que se le puede dar movimiento a cualquier sección de la gráfica.

2.2.3 Consola de Formato Discontinuo

La consola de formato discontinuo es igual a la de formato variable pero se utiliza en procesos discontinuos.

El tipo de gráficas es exactamente igual, pero en el momento en que el proceso original cambia a otro completamente diferente, las gráficas también modifican por completo su diseño

Es raro encontrar con frecuencia este tipo de consolas pues son contados los sistemas de procesos discontinuos.

CAPITULO IV

CAPITULO IV

UNIDAD DE ENTRADAS/SALIDAS

1. Definición

La unidad de entradas/salidas es el elemento mediante el cual se da entrada al sistema toda la información que no sea para fines de control, es decir, toda aquella información o datos que no requieren pasar por un controlador. Su finalidad es convertir las señales de campo a señales entendibles por el sistema o viceversa, señales del sistema a señales de campo.

La información que pasa por la unidad de entradas/salidas es utilizada para monitoreo, toma de decisiones, recopilación de datos o registro temporal o permanente.

2. Tipos de Señales de Entradas/Salidas

Son seis los tipos de señales de entradas/salidas:

- a) Entradas/salidas analógicas (voltaje/corriente)
- b) Entradas/salidas discretas
- c) Entradas de resistencia (RTD)
- d) Entradas de milivolts y termopares
- e) Entradas de contador de pulsos
- f) Entradas propias de cada fabricante

2.1 Entradas/Salidas Analógicas (Voltaje/Corriente)

Normalmente las entradas/salidas analógicas son de

tres tipos: 1 a 5 Volts de 0 a 10 Volts dc y 4 a 20 Amperes.

Como ya se definió anteriormente la unidad de entradas/salidas se encarga entonces de hacer la conversión - de señales analógicas a digitales o de digitales a analógicas.

2.2 Entradas/Salidas Discretas

Al igual que con las entradas/salidas analógicas en las entradas/salidas discretas hay tres tipos: Bajo voltaje de corriente directa (0 a 1.6 Vdc y 4 a 30 Vdc), alto voltaje de corriente alterna (0 a 10 Vac y 50 a 150 - Vac) y contactos secos (cerrado a tierra y abierto a tierra). Este tipo de entradas/salidas puede ser utilizada para transmisiones inteligentes y válvulas.

Posteriormente se efectúa la misma conversión: discreta a digital o digital a discreta.

2.3 Entradas de Resistencia (RTD)

Este tipo de entrada es la proporcionada por un medidor de temperatura con bulbo de resistencia tipo RTD-- (Resistance Temperature Detector). Por lo general estos bulbos de resistencia utilizan unos coeficientes de ---- 0.385, 0.3902 ó 0.392 Ohms/ac.

2.4 Entradas de Milivolts y Termopares

Las entradas de mVolts son aquellas que tienen un -

rango de -10 a $+70$ mV, en el cual se incluyen los termopares tipo J, K, T, etc.

2.5 Entradas de Contador de Pulsos

Por último las entradas de contadores de pulsos son aquéllas que se utilizan para conteo o totalización de una señal de campo.

En la unidad de entradas/salidas se irían recibiendo pulsos, los que se acumularían hasta que sean requeridos por un proceso posterior.

2.6 Entradas Propias de cada Fabricante

Existe una sexta señal de entradas/salidas que permite a un sistema de control distribuido aceptar las señales de entradas/salidas de equipos de control convencional de cualquier fabricante. Su propósito es que cuando el comprador adquiriera un sistema de control distribuido no tenga que desechar todo el equipo que poseía hasta ese momento.

La unidad de entradas/salidas a pesar de ser uno de los componentes más sencillos, tanto desde el punto de vista físico como de su comprensión, representa uno de los componentes más importantes en el sistema de control distribuido ya que es necesario para recibir cualquier señal (no de control) para la comunicación entre el sistema y el proceso como es el caso de la indicación, el -

registro, las alarmas, la totalización, el arranque y --
paro de bombas y motores, etc.

Hay que mencionar también que en muchos sistemas de difere
rentes marcas se cuenta con dispositivos para el caso de
fallas eléctricas. Por ejemplo, volver a arrancar motore
res, poner en marcha de nuevo un contador a partir de cero
ro, etc., todo en forma automática. Esto es posible gracia
cias a contar con memorias no volátiles.

CAPITULO V

CAPITULO V

COMUNICACIONES

1. Definición

La comunicación de un elemento a otro en el sistema de control distribuido se realiza por medio de una pista de datos, utilizando protocolos estándares.

Físicamente la pista de datos es un cable coaxial-- calibre 18 AWG, o en su defecto se utiliza fibra óptica.

Con el cable coaxial se logra obtener un alcance máximo de 2.5 Kms., mientras que con la fibra óptica se -- alcanzan los 50 Kms.

La pista de datos es el medio para comunicarse desde un punto del sistema a otro y por el que fluye toda -- la información que hace posible operar el sistema.

En un sistema de control distribuido no es forzoso-- el que exista una sola pista de datos; en realidad puede tener tantas pistas de datos como capacidad de memoria -- disponible.

2. Componentes de las Comunicaciones

Para que sea posible la comunicación por medio de -- la pista de datos son necesarios varios elementos. Son:

- a) Director de tráfico
- b) Director de red
- c) Concentrador de datos
- d) Interfase de comunicaciones

Es necesario aclarar que estos nombres pueden variar de una marca a otra pero los que se utilizan aquí son los más comunes. Aún así, aunque cambien los nombres, cada uno de los sistemas requiere, si no de todos estos elementos, al menos sí de algunos de ellos.

2.1 Director de Tráfico

Como en todas las pistas de datos hay más de un elemento (consola, controladores, unidad de entradas/salidas, etc.) es necesario un instrumento que controle la comunicación de todos los demás.

Por lo tanto la función del director de tráfico es permitir que todos los elementos de la pista de datos se comuniquen con ésta al mismo tiempo.

Si hubiera comunicación sin control en la pista de datos se producirían choques de tanta información, por lo que ésta no llegaría a su destino o al menos no en la forma en que se hizo originalmente su transmisión.

Para que no suceda esto se utiliza un director de tráfico por cada pista de datos que existan en el sistema, que puede ser un equipo separado o integrado a los demás componentes.

El director de tráfico también guarda en la memoria la información que va a ser dirigida a otra pista de datos, pero, para que una pista de datos pueda comunicarse con otra es necesario tener un director de red.

2.2 Director de Red

El director de red tiene la misma función que el director de tráfico: controlar los elementos que se comunican con una pista de datos, pero en este caso los elementos a controlar son los directores de tráfico.

El director de red realiza la integración de todo - el sistema de control distribuido pues es quien va a permitir la comunicación entre todos los elementos cuando - existen más de una pista de datos en todo el sistema.

2.3 Concentrador de Datos

En capítulos anteriores se ha hablado ya de los controladores y de las unidades de entradas/salidas, pero - si cada uno de los controladores y de las unidades de -- entradas/salidas se conectaran directamente a la pista - de datos tendríamos un sistema de una dimensión sumamente grande, tomando en cuenta que existen sistemas que -- tienen más de 1,000 puntos de control y más de 5,000 puntos de indicación, registro, alarmas u otra señal de entrada/salida.

Por esta razón se utilizan concentradores de datos,

los cuales concentran toda la información de una cierta cantidad de controladores o de unidades de entradas/salidas. Un solo concentrador con varios controladores o unidades de entradas/salidas correspondería a un solo elemento de la pista de datos, por lo que se puede ver que se agranda la dimensión del sistema.

Por otra parte si cada controlador o unidad de entradas/salidas tuviera que hacer la conversión al lenguaje entendible o transmisible por la pista de datos se requerirían los elementos necesarios para hacer esta conversión, mientras que utilizando un concentrador de datos la conversión sólo tendría que hacerse una vez (en el concentrador de datos) por lo que los costos serían mucho más bajos.

De esta forma toda la información que sea solicitada por la pista de datos o que por el contrario deba ser enviada hacia ella se haría en el concentrador de datos.

2.4 Interfase de Comunicaciones

La interfase de comunicaciones es una tarjeta de circuito impreso que se instala con todos los elementos que deben conectarse con la pista de datos y su función es convertir la señales digitales de los diferentes elementos a un protocolo de comunicaciones, que es la forma de transmisión de la señal por la pista de datos. Esta conversión de la señal se realiza también en sentido inverso, es decir, de la pista de datos hacia el elemento.

Por consiguiente, se necesita una tarjeta de interfase de comunicaciones por cada conexión a la pista de datos.

Cada fabricante diseña su protocolo de comunicaciones, pero todos son similares conteniendo un paquete de información junto con "bits" de inicio de transmisión, - fin de transmisión, error de transmisión, etc.

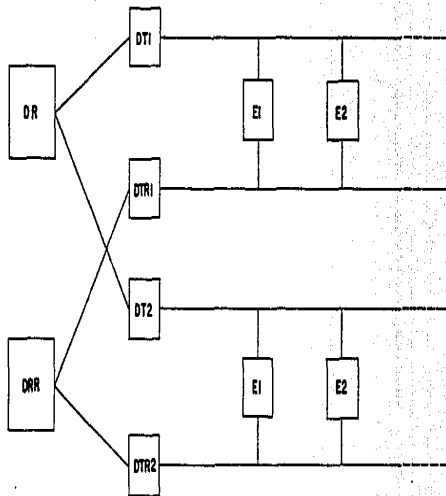
La interfase de comunicación tiene también como función filtrar la señal y ver si su transmisión fue correcta y si ha sido dirigida al lugar correcto.

3. Redundancia de Comunicaciones

En todo sistema de control distribuido es muy importante tener una redundancia de comunicaciones, es decir, que por cada pista se tenga una pista de datos de repuesto conectada al sistema de tal forma que si llegara a fallar la comunicación por la pista principal o primaria - sigue siendo posible la comunicación por una pista secundaria o redundante.

Un ejemplo de comunicación redundante podría ser la que se muestra en la fig. 16. Esta figura muestra un -- sistema completamente redundante en comunicaciones.

En la figura se puede ver que hay dos pistas de datos por cada elemento por lo que también existen dos directores de tráfico pero, al igual que en el caso de la-



DR: DIRECTOR DE RED

DRR: DIRECTOR DE RED REDUNDANTE

DT1, DT2: DIRECTORES DE TRAFICO

DTR1, DTR2: DIRECTORES DE TRAFICO REDUNDANTES

E1, E2: ELEMENTOS DE LA PISTA

Fig. 16 Sistema redundante en comunicaciones.

fig. 16 pueden haber más de una pista de datos y por consiguiente varios directores de tráfico. También se podrá tener redundancia en directores de red para de esta forma tener una redundancia completa de comunicaciones.

4. Construcción de un Sistema de Comunicaciones

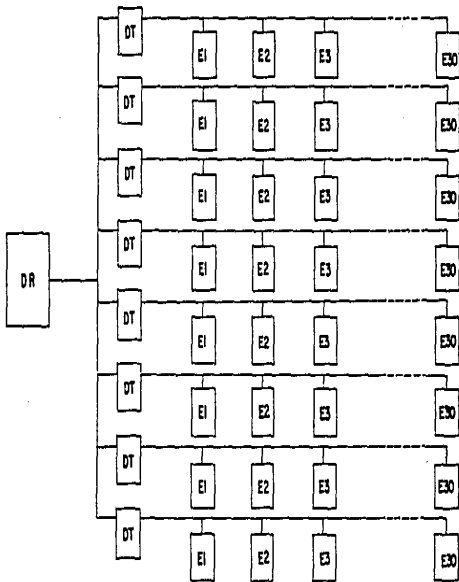
El tamaño de un sistema de comunicaciones es directamente proporcional a la cantidad de elementos que sea necesario conectar al sistema. Para hacer más entendible como se forma un sistema de comunicaciones tomaremos como ejemplo el sistema mayor que existe actualmente en el mercado, representándolo en la fig. 17.

El sistema de la fig. 17 tiene una capacidad por director de tráfico de 30 elementos; a esto hay que agregarle 8 directores de tráfico, 1 director de red y 6 elementos adicionales conectados al director de red.

Por supuesto que si hiciéramos redundante a este sistema tendríamos que conectar una pista de datos, un director de tráfico y un director de red adicionales, por cada uno de los existentes.

Por supuesto que es necesario hacer la aclaración de que resulta muy raro encontrar un sistema de este tamaño y sólo sería aplicable en plantas como una refinería o de tamaño similar.

Normalmente no es necesario utilizar más de una pis



DR: DIRECTOR DE RED
 DT: DIRECTOR DE TRAFICO
 E1, E2, E3, ... E30: ELEMENTOS DE PISTA

Fig. 17 Sistema de comunicaciones.

ta de datos y en la mayor parte de las compañías no se -
llega a requerir ni siquiera la mitad de una.

CAPITULO VI

CAPITULO VI

ACCESORIOS

Dentro de los sistemas de control distribuido se cuenta con una gran variedad de accesorios. Debido a que esta variedad es muy amplia y depende de cada uno de los fabricantes sólo se mencionarán aquéllos que son de uso común para todas las marcas, así como los más importantes.

Hay que aclarar que dentro de estos accesorios algunos son de uso obligatorio y otros facilitan la operación del sistema o le dan una mayor funcionalidad.

Los accesorios más comunes son los siguientes:

- a) Unidad de almacenamiento y registro
- b) Impresora
- c) Fuente de poder y suministro eléctrico (obligatorio)
- d) Unidad de disco (obligatorio)
- e) Gabinetes
- f) Interfase con otras computadoras

1. Unidad de Almacenamiento y Registro

La unidad de almacenamiento y registro sirve para guardar todo tipo de información referente al proceso, es decir, guarda en su memoria datos como el punto de ajuste, la variable de proceso y la posición de la válvula

1a.

El almacenamiento de los datos puede ser de dos formas, una en discos flexibles para almacenamiento permanente o histórico y la otra en la memoria general de la computadora. Esta última va guardando datos y al llegar al máximo de capacidad de la memoria los datos más antiguos son sustituidos por otros nuevos.

La unidad de almacenamiento suple a los antiguos registradores o graficadores ya que la función de éstos era guardar datos del proceso, impresos en papel y en forma permanente.

Los datos que se pueden conservar en la memoria pueden ser de señales analógicas de entradas o salidas, digitales, o cualquiera otra señal del sistema.

Los registros guardados en una unidad de almacenamiento se representan en las pantallas como gráficas. En la fig. 18 y 19 se muestran las dos formas más comunes de representar estas gráficas en la pantalla.

Como se puede observar, en ambas figuras se muestra la variable de proceso. Junto con cada gráfica aparecen todos los datos referentes al controlador al que pertenece la variable de proceso presentada bajo la forma de gráfica.

Cada barra vertical o sección de la línea horizontal

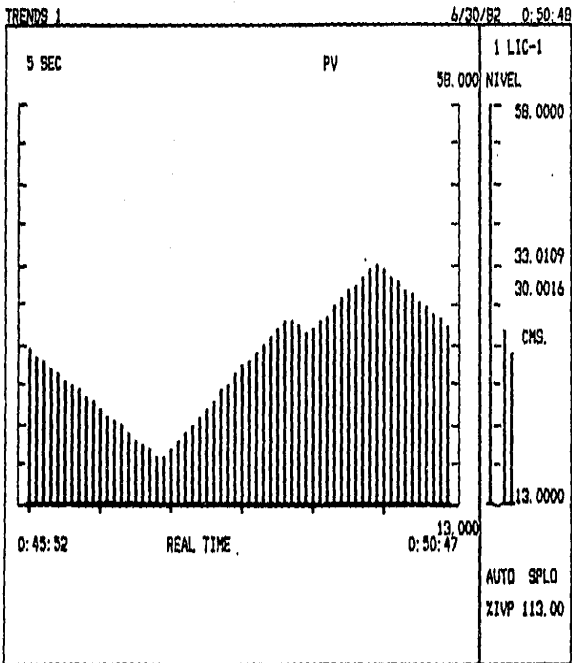


Fig. 18 Gráfica de registro de datos de tipo barras.

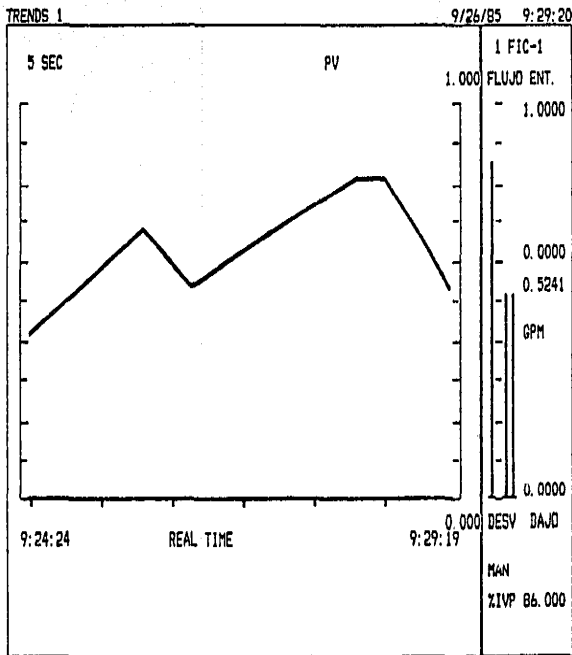


Fig. 19 Gráfica de registro de datos de tipo líneas.

representa una muestra tomada cada cierto tiempo. Este tiempo se indica en la consola y normalmente oscila entre 5 segundos y 1 hora. La cantidad de muestras representadas por gráficas y el tiempo de toma de cada muestra varían de acuerdo con el fabricante. De igual forma la cantidad de puntos posibles de presentarse en gráficas y la cantidad de gráficas desplegadas en la pantalla al mismo tiempo serán factores variables dependientes de cada fabricante. No obstante se puede decir que el estándar es de aproximadamente 500 puntos de capacidad de memoria por unidad de almacenamiento y un máximo de 3 gráficas desplegadas al mismo tiempo en la pantalla.

Se debe mencionar también que en cada sistema de control distribuido pueden encontrarse cantidades muy considerables de unidades de almacenamiento.

2. Impresora

La impresora es un aditamento muy útil en los sistemas de control distribuido. Con ella se pueden elaborar reportes de alarmas; reportes generales del sistema; reportes de cambios ocurridos en el proceso, tanto si se trata de un cambio producido por un operador o por un cambio involuntario del sistema. Aparte de estas funciones comunes a cualquier impresora existen impresores gráficos, que pueden elaborar tanto estos reportes como cualquier desplegado gráfico, como son las gráficas de la unidad de almacenamiento, gráficas generales del proceso, etc.

En las figs. 20, 21 y 22 se presentan varios ejemplos de estos posibles reportes. En los mismos se puede observar que en cada uno de los casos se indica la hora real, la hora del cambio ocurrido y la hora en que se rectificó, así como la identificación del punto en cuestión, (Tag) y la identificación del elemento dentro del sistema (DBI).

Para un ejemplo de la impresión de una gráfica se pueden ver en las figs. 18 y 19 las gráficas de la unidad de almacenamiento. La impresión sería la misma.

En el sistema de control las impresiones son de gran ayuda debido a que si por alguna razón ocurre un cambio en el proceso, o hay una alarma cuando no se encuentra presente el encargado de la planta, al revisar éste los reportes podrá ver lo ocurrido y la forma en que actuó el operador.

3. Fuentes de Poder y Suministro Eléctrico

El suministro eléctrico a todos los sistemas de control distribuido es de 117 Vac, 60 Hz o 220 Vac, 50 Hz, aunque en muchas secciones del sistema, como es el caso de los controladores, la unidad de entradas/salidas, etc., se utilizan fuentes de poder de 24 Vdc.

Estas fuentes de poder suelen montarse junto con fuentes de poder redundantes conectadas en paralelo, de tal forma que si una fuente de poder llegara a fallar se tendría otra de respaldo.

9/26/85	9:34:29	TAG HIC-3	DBI # 53	EST. MANUAL	PV	0.8303			
					SP	0.5200	GPM	BAJO	CLEAR
9/26/85	9:34:29	TAG FIC-1	DBI # 1	FLUJO ENT.	PV	0.8303	GPM	0	
9/26/85	9:34:30	TAG FIC-1	DBI # 1	FLUJO ENT.	PV	0.8303			
					SP	0.5200	GPM	BAJO	CLEAR
9/26/85	9:34:31	TAG FIC-2	DBI # 14	SECUNDARIO	PV	0.8303			
					SP	0.5200	GPM	BAJO	CLEAR
9/26/85	9:34:32	TAG HIC-4	DBI # 40	CARG. MANUAL	PV	0.8303			
					SP	0.5200	GPM	BAJO	CLEAR
9/26/85	9:34:33	TAG HIC-3	DBI # 53	EST. MANUAL	PV	1.0047			
					SP	0.5200	GPM	ALTO	
9/26/85	9:34:33	TAG FIC-1	DBI # 1	FLUJO ENT.	PV	1.0047			
					SP	0.5200	GPM	ALTO	
9/26/85	9:34:34	TAG FIC-2	DBI # 14	SECUNDARIO	PV	1.0047			
					SP	0.5200	GPM	ALTO	
9/26/85	9:34:35	TAG HIC-4	DBI # 40	CARG. MANUAL	PV	1.0047			
					SP	0.5200	GPM	ALTO	
9/26/85	9:34:36	TAG HIC-3	DBI # 53	EST. MANUAL	PV	0.8959			
					SP	0.5200	GPM	ALTO	CLEAR
9/26/85	9:34:37	TAG FIC-1	DBI # 1	FLUJO ENT.	PV	0.8959			
					SP	0.5200	GPM	ALTO	CLEAR

Fig. 20 Reporte de alarmas.

ESTE DESPLIEGUE GRAFICO SE CONSTRUYO PARA USARSE EN UN REPORTE

6/30/82 0:53:06

IDENTIFICACION (POINT TAG)	P. AJUSTE (SP)	VARIABLE (PV)	POSC. VALV. (IVP)	MODD (MODE)
LIC-1	30.00	31.42	113.00	AUTO
FIC-1	0.52	0.82	20.00	AUTO
BOMBA 1	ARRANQU	ARRANQU	-----	MAN
BOMBA 2	PARO	PARO	-----	MAN

Fig. 21 Reporte general del sistema.

26/85	9:30:46	TAG FIC-1	DBI 0 1	FLUJO ENT.	MODE	CHANGED FROM	MAN	TO	AUTO
26/85	9:30:57	TAG FIC-1	DBI 0 1	FLUJO ENT.	SETPOINT	CHANGED FROM	0.5241	TO	0.8000
26/85	9:31:08	TAG LIC-1	DBI 0 2	NIVEL	MODE	CHANGED FROM	AUTO	TO	MAN
26/85	9:31:19	TAG LIC-1	DBI 0 2	NIVEL	VALVE POS	CHANGED FROM	0.0000	TO	70.0000
26/85	9:31:36	TAG FIC-4	DBI 0 39	SECUNDARIO	MODE	CHANGED FROM	MAN	TO	AUTO
26/85	9:32:02	TAG FIC-2	DBI 0 14	SECUNDARIO	MODE	CHANGED FROM	AUTO	TO	RSP
26/85	9:32:33	TAG HIC-2	DBI 0 16	CARG. MANUAL	SETPOINT	CHANGED FROM	0.3112	TO	0.1513
26/85	9:32:46	TAG FIC-5	DBI 0 50	SECUNDARIO	MODE	CHANGED FROM	AUTO	TO	MAN
26/85	9:32:57	TAG FIC-5	DBI 0 50	SECUNDARIO	VALVE POS	CHANGED FROM	-13.0000	TO	41.0000
26/85	9:33:07	TAG FIC-5	DBI 0 50	SECUNDARIO	VALVE POS	CHANGED FROM	41.0000	TO	3.0000
26/85	9:33:34	TAG HIC-5	DBI 0 53	EST. MANUAL	MODE	CHANGED FROM	RSP	TO	MAN
26/85	9:33:42	TAG HIC-5	DBI 0 53	EST. MANUAL	VALVE POS	CHANGED FROM	100.0000	TO	71.8123
26/85	9:33:52	TAG HIC-5	DBI 0 53	EST. MANUAL	SETPOINT	CHANGED FROM	0.2000	TO	0.5200
26/85	9:33:59	TAG HIC-5	DBI 0 53	EST. MANUAL	MODE	CHANGED FROM	MAN	TO	MAN
26/85	9:34:11	TAG BOMBA 1	DBI 0 200	BOMBA EXT.	MODE	CHANGED FROM	MAN	TO	COM
26/85	9:34:24	TAG BOMBA 1	DBI 0 200	BOMBA EXT.	MODE	CHANGED FROM	COM	TO	MAN
26/85	9:34:26	TAG BOMBA 1	DBI 0 200	BOMBA EXT.	SETPOINT	CHANGED FROM	PARO	TO	ARRANQUE

Fig. 22 Reporte de cambios en el proceso.

A solicitud del usuario muchos fabricantes proporcionan un sistema de baterías para el caso de que se produzca una falla en el suministro de energía eléctrica a la planta.

La duración del respaldo de la batería depende de lo solicitado por el usuario, aunque lo más común es que sea entre 1/2 hora y 1 hora.

Para realizar la conexión en paralelo de las fuentes de poder se acostumbra utilizar un distribuidor de energía. Este es un instrumento al cual se conectan las dos fuentes de poder y él se encarga de hacer que ambas trabajen a la mitad de su capacidad, con el fin de evitar que las fuentes de poder trabajen al máximo, alargando con ello su vida. Sin embargo, si una de ellas dejara de funcionar la otra cubriría, de inmediato las necesidades de todo el sistema.

4. Unidad de Disco

La unidad de disco es la memoria del sistema. En ella se pueden distinguir dos secciones:

- a) Software operativo
- b) Configuración

4.1 Software Operativo

En el software operativo se encuentra la información

necesaria para que una computadora pueda entender el lenguaje del sistema, es decir, como en la mayor parte de los casos la computadora es de una marca y el resto del sistema de otras es necesario preparar un programa mediante el cual la computadora se pueda comunicar con el resto del sistema.

4.2 Configuración

Contando ya con un lenguaje común para la computadora y el sistema ahora es necesario indicarle al sistema cuál es el procedimiento a seguir por cada uno de los elementos que integran el sistema, es decir, tomando como ejemplo la consola, se le tiene que indicar qué tipos de desplegados debe mostrar en la pantalla, qué reportes debe elaborar, cuántos y cuáles son los elementos de todo el sistema, etc. Por lo tanto, la configuración de un sistema es el método mediante el cual cada uno de los elementos del sistema recibe la información necesaria y sus parámetros de operación, para que pueda llevar a cabo sus funciones individuales.

Hay que mencionar que un operador no puede efectuar cambios en el software operativo del sistema, pero sí puede modificar la configuración.

Los tipos posibles de discos que se pueden utilizar son dos: discos duros y discos flexibles. El que se seleccione uno u otro dependerá de las dimensiones del sistema y por lo tanto de la capacidad de memoria requere-

rida para un determinado sistema. Por supuesto que para un sistema muy grande será necesario el disco duro, mientras que para uno pequeño bastará con el flexible.

La unidad de disco no tiene que estar en operación en forma continua ya que cada uno de los elementos del sistema tiene su propia memoria para guardar la configuración. Por lo tanto la unidad de disco será necesaria cada vez que se arranque el sistema o cuando se le cambia la configuración a uno de los elementos.

En algunas marcas dentro de la unidad de disco se encuentran ciertos programas, como pueden ser los diagnósticos del sistema, programas en FORTRAN, BASIC, etc. Para estos casos será necesario tener encendida la unidad de disco para poder utilizar estos programas.

Como en la unidad de disco se tiene guardado todo el software operativo y toda la configuración únicamente será necesario cambiar el disco para que el sistema opere en una forma diferente por completo. En muchos casos en que se tienen dos o más plantas iguales si se configura un solo disco éste servirá para todas las plantas. Un ejemplo serían dos refinerías con operaciones iguales. Si se configura una refinería en un disco con sólo llevar el mismo disco a la otra refinería resulta posible ponerla en operación en cosa de minutos, sin necesidad de sintonizar los controladores o de tener que configurar algún tipo de desplegado en la pantalla, etc.

Como ejemplo real de este caso existe en México el proyecto de tres plantas reductoras de viscosidad; controladas cada una de ellas por medio de sistemas de control distribuido. Las tres plantas son copias una de otra y mientras se necesitarán dos meses para arrancar la primera de ellas, para las otras dos se requerirán aproximadamente 10 minutos para cada una.

5. Gabinetes

Todos los elementos del sistema de control distribuido se instalan en gabinetes, con la excepción de la consola.

Existen varios tipos de fabricación para los gabinetes: para medio ambientes corrosivos, a prueba de explosiones, a prueba de agua y polvo, etc. De esta forma se puede realizar el montaje de los distintos elementos del sistema en diferentes lugares de la planta o en distintas ubicaciones geográficas del país.

6. Interfases con otras Computadoras

En la mayor parte de los sistemas de control distribuido es posible hacer interfases con otras computadoras.

En la mayor parte de las ocasiones la interfase se lleva a cabo con computadoras para uso administrativo. Esto se hace con el fin de utilizar resúmenes del proceso para analizar la producción anterior y desarrollar pla--

nes para el futuro y también para lograr la optimización del sistema como por ejemplo, el consumo de energía, la cantidad y calidad de la producción, lo que repercutirá directamente en la minimización de los costos y el aumento de las utilidades.

Las interfases con otras computadoras pueden hacerse en diferentes lenguajes, pero su costo va en aumento según exista menos compatibilidad entre las dos computadoras, por lo que resulta recomendable utilizar sistemas compatibles y de igual marca.

CAPITULO VII

CAPITULO VII

INSTALACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

Cuando se desea instalar un sistema de control -- distribuido se necesitan varios requisitos para seleccionar adecuadamente el sistema más funcional aplicable a la planta.

Por una parte estos requisitos deben ser los necesarios para seleccionar el sistema y por otra parte los necesarios para su instalación.

1. Definición del tipo de sistema de Control Distribuido

Para estar en posibilidad de definir el tipo de sistema de control distribuido es necesario determinar una serie de puntos, aparte de cumplir con las necesidades del proceso, los que se mencionan a continuación.

1.1 Arquitectura del Sistema

Primeramente se tienen que definir las funciones a desarrollar por el sistema.

1.1.1 Tipo de Interfase con el Operador

En este punto se define qué tipo de interfase se requiere, es decir, si estación de operador o consola y en el caso de ser consola, cuántas pantallas y cuántos -

teclados de operación se requieren.

1.1.2 Tipos de Desplegados

Se definen los tipos de desplegados, que pueden ser de alarmas, de detalles, gráficos y qué tipo de gráficas, de registros, etc.

1.1.3 Alarmas

Que sea posible que cada desviación o falla en el sistema sea indicada por medio de cambios de color, intermitencia y/o alarmas audibles por medio de una bocina.

1.1.4 Sumarios y Reportes

Tipos de sumarios y reportes que se puedan imprimir; cada cuánto tiempo deben ser impresos; qué tipo de información se debe imprimir, etc.

1.1.5 Impresora

Si se requiere de una impresora, qué tipo de impresiones serán posibles, gráficas y/o reportes; velocidad de impresión; si debe imprimir ciertos reportes o cuando se produzcan alarmas, en forma automática y sin necesidad de que le sea indicado, etc.

1.1.6 Información General

También es necesario dar información general sobre el suministro eléctrico; tipos de controladores; si se requieren redundancias, etc.

1.2 Dimensiones del Sistema

Para determinar las dimensiones del sistema es necesario considerar todas las entradas/salidas que existen, para calcular la cantidad de elementos, así como la memoria del sistema (Software).

Las entradas/salidas se indican por medio de una tabla como la que aparece en la fig. 23.

Con estos puntos que se han mencionado ya es posible conocer qué tipo de sistema de control distribuido se requiere. Esto es muy importante debido a que no todas las marcas cumplen con la totalidad de los requisitos que se acaban de describir y por otra parte se pudiera caer en adquirir sistemas o muy grandes o muy pequeños que no serían los más apropiados para las necesidades.

2. Consideraciones para la Instalación de un Sistema de Control Distribuido

Es muy importante tomar en cuenta ciertas consideraciones que se refieren principalmente al medio ambiente donde se va a efectuar la instalación.

TIPO ENTRADA/SALIDA	CANTIDAD
EXTRACTOR DE RAIZ	38
SELECTOR	10
ENTRADAS DE TEMPERATURA	136
ENTRADAS ANALOGICAS	90
SALIDAS ANALOGICAS	70
SUMADOR, RESTADOR, MULTIPLICADOR	4
ENTRADAS DISCRETAS	60
SALIDAS DISCRETAS	30
PUNTOS DE REGISTRO	51
PUNTOS DE ALARMAS	85
CONVERTIDOR mV/I	10
INTEGRADOR TOTALIZADOR	12
GRAFICOS DINAMICOS	13

Fig. 23 Tabla de entradas/salidas.

En lugares geográficos donde el medio ambiente -- sea húmedo será necesario proteger todos los circuitos -- impresos, pues de no hacerlo se irán dañando.

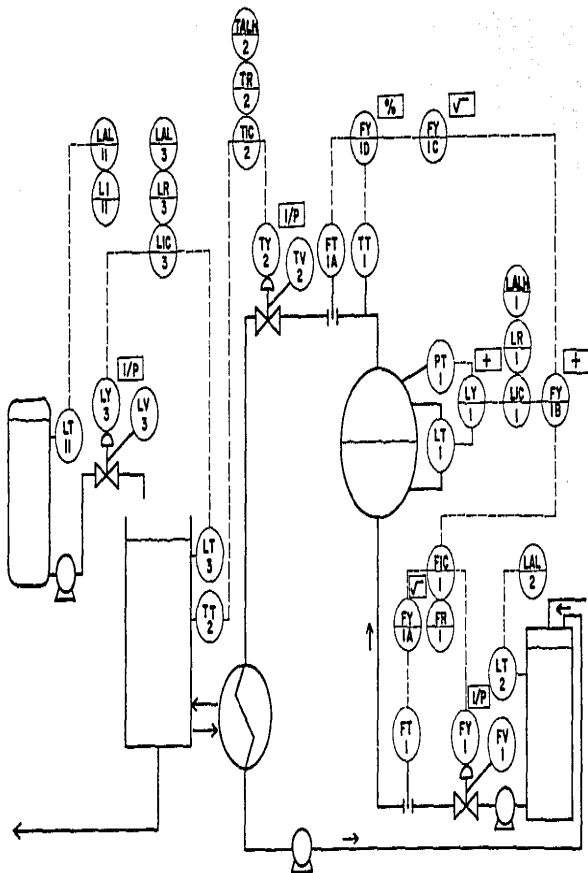
Además, será recomendable que el cuarto de con--- trol donde se instale el sistema tenga clima artificial-- con el fin de mantener siempre una temperatura y humedad constantes en la habitación. En aquellos lugares donde-- la temperatura sea muy alta el clima artificial será in-- dispensable.

3. DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

Ya habiendo descrito todos los requisitos necesari-- os para diseñar e instalar un sistema de control dis-- tribuido, pasemos a la etapa de diseño. Con este fin se propone un proceso de una planta de cromado, donde el -- diagrama de "ISA" lo podemos observar en la fig. 24.

Esta planta cuenta con seis tanques de ácido cró-- mico, pero para efectos de mejor entendimiento del dia-- grama, sólo se consideró un tanque.

Por un lado es necesario mantener siempre el ni-- vel del ácido crómico para lo cual se piensa instalar un transmisor de nivel (LT-3) por cada tanque, el que envia-- rá una señal a un controlador de nivel (LIC-3), que mide la diferencia de la señal de nivel contra un punto de -- ajuste preestablecido y actúa sobre una válvula (LV-3)-- en la entrada de ácido al tanque de cromado.



71. Fig. 24 Diagrama "ISA" de planta de cromado.

Este ácido crómico viene de un tanque de almacenamiento que debe contar con un indicador (LT-11) así como con alarma por bajo nivel (LAL-11), para proceder a su llenado. Por otro lado se requiere que el lazo de nivel cuente con indicación (LIC-3), registro (LR-3) y alarma por alto y bajo nivel (LAL-3).

El tanque de ácido crómico debe tener también una temperatura constante, por lo que se instalará un lazo de control de temperatura; éste consta de un transmisor de temperatura por cada tanque (TT-2). Esta señal se envía a un controlador de temperatura (TIC-2) que después de efectuar la comparación, actuará sobre una válvula de entrada de vapor (TV-2) a un intercambiador de calor por el que circula el ácido crómico. Este lazo debe contar también con indicación de temperatura (TIC-2), registro (TR-2) y alarma por alta y baja temperatura (TALH-2).

El vapor se obtiene de un tanque de almacenamiento de agua que debe pasar por una caldera para convertirse en vapor; posteriormente pasa por el intercambiador de calor y regresa al tanque de almacenamiento de agua. En lo que respecta a la caldera tenemos el control más complejo de esta planta.

La salida de flujo de vapor (FT-1A) se mide y se requiere compensar por temperatura (TT-1) utilizando la siguiente fórmula:

$$Q = k \sqrt{\frac{\Delta P}{T_{ABS}}}$$

- Δ P= Presión diferencial (flujo)
- T= Temperatura absoluta
- k= Constante
- Q= Flujo compensado

Posteriormente esta señal, combinada con una señal controlada de nivel en la caldera (LIC-1), nos da el punto de ajuste remoto a un controlador de flujo (FIC-1) el cual controla el flujo de agua a la entrada de la caldera formando de esta forma un control en cascada.

Este lazo debe contar con indicación tanto del nivel del tanque (LIC-1) como del flujo de entrada de agua (FIC-1); registro de ambas señales (LR-1 y FR-1) y alarma por alto y bajo nivel en la caldera (LALH-1).

Por último debemos considerar las bombas de todo el proceso que son:

- a) Suministro de ácido crómico a cada tanque.
- b) Suministro de agua a la caldera.
- c) Vapor demandado por los tanques de ácido crómico.

Entrando ya en la etapa de la definición del sistema, empezaremos por identificar cada uno de los controladores que componen el proceso de cromado aquí presentados.

Observando los lazos de nivel y temperatura (LIC-3 y TIC-2) en los tanques de ácido crómico podemos deducir de inmediato que: el tipo de controlador requerido es del tipo simple, puesto que es un proceso continuo, con algoritmo de control proporcional más integral y una variable a controlar (temperatura o nivel). El beneficio que obtendremos en la utilización de este controlador, aparte de que sea digital, será que contamos con las alarmas por alto y bajo nivel o temperatura, integradas al controlador, así como la indicación de estas variables.

En lo que respecta al control de la caldera (LIC-1 y FIC-1) de inmediato podemos definir que se trata de un controlador complejo puesto que cuenta con dos puntos de control interactuando entre sí, además de una serie de funciones matemáticas. Lo más interesante en este lazo es que todas las operaciones indicadas las puede efectuar un solo controlador complejo, reduciendo por lógica el costo si lo comparásemos con todos los instrumentos requeridos en un sistema convencional de control.

En la fig. 25 podemos ver el programa de operación de este controlador y es notable la sencillez con que puede desarrollarse todo el lazo de control.

Por último, en lo que a controladores respecta, es recomendable utilizar una unidad de transferencia con el fin de dar respaldo a los controladores mencionados en caso de una falla técnica.

En resumen, el tipo y la cantidad de controladores necesarios para nuestro sistema es el siguiente:

No. de Piso	Orden	Indicación	Descripción
1	Loop	LIC-1	Lazo de Control
2	AIN	1	Entrada analógica por Terminal 1.
3	RGST	1	Guardar en la memoria No. 1.
4	AIN	2	Entrada analógica por terminal 2.
5	DIV	RGLD-1	Dividir entre la memoria No. 1.
6	SBRT		Extracción de raíz cuadrada.
7	RGST	2	Guardar en la memoria No. 2.
8	AIN	3	Entrada analógica por terminal 3.
9	RGST	3	Guardar en la memoria No. 3.
10	AIN	4	Entrada analógica por terminal 4.
11	MUL	RELA-3	Multiplicar por la memoria No. 3.
12	CASC	FIC-1	Función cascada.
13	CNTRL		Control.
14	SUM	RELA-2	Sumar a la memoria No. 2.
15	LOOP	FIC-1	Lazo de control.
16	AIN	5	Entrada analógica por terminal 5.
17	SBRT		Extracción de raíz cuadrada.
18	CNTRL		Control
19	AOUT	1	Salida analógica por terminal No. 1.
20			Fin de programa retorno al paso No. 1.

Fig. 25 Programa de operación del controlador complejo para la caldera.

<u>Cantidad</u>	<u>Tipo</u>	<u>Lazo aplicado</u>
12	Simple	Nivel y temperatura
1	Complejo	Caldera
1	Unidad de Transferencia	Todos (Servicio)

Pasemos ahora a la etapa de la interfase con el operador.

Debido a que el proceso en cuestión no es discontinuo, debemos descartar de inmediato la opción del tipo de interfase discontinuo. Por otro lado, es recomendable pensar en una interfase con el operador del tipo de consola de formato variable, ya que ésta nos daría grandes ventajas al contar con gráficas del proceso y no a un costo muy elevado si lo comparamos con las consolas de formato fijo. En realidad nuestra consola consistiría en una micro computadora de las llamadas computadoras personales puesto que éstas cuentan con una capacidad de alrededor de cien puntos de control. Así también es necesario tener en cuenta la cantidad de puntos a registrar, de lo cual hablaremos posteriormente cuando entremos en lo que a accesorios respecta.

En resumen esta interfase con el operador contará con todas las gráficas, de las que hemos hablado con anterioridad, así como la capacidad de elaborar diagnósticos de todo el sistema, de forma tal que sea posible corregir cualquier falla que pudiera presentarse. Por otro lado podríamos hablar de una sola pantalla así como de un solo teclado de operación, puesto que la cantidad de

puntos con los que cuenta el sistema es mínimo.

Pasando a las unidades de entradas/salidas en primer lugar se debe elaborar la tabla de entradas/salidas del sistema sin considerar las señales a controlar. Esta tabla es la que sigue:

<u>Cantidad</u>	<u>Tipo Entrada/Salida</u>	<u>Señal</u>	<u>Observación</u>
1	Entrada analógica	4-20 mA	Indicación y alarma tanque Almacenamiento Acido
1	Entrada analógica	40-20 mA	Indicación y alarma tanque Almacenamiento Agua
3	Entradas discretas	Contactos	Bombas
3	Salidas discretas	Contactos	Bombas

Obsérvese que para las señales de entradas analó--
gicas se ha considerado una señal para efectuar tanto in-
dicación como alarma y es que con una señal es posible ha
cer ambas funciones. Así mismo hay que aclarar que las -
señales de indicación, alarmas por alto y bajo y registro

de cada lazo se encuentran incluidas dentro de los controladores antes mencionados.

De esta forma se puede definir que con una unidad de entradas/salidas, por cada tipo de señal, es posible manejar todas las señales requeridas por el proceso, ya que cada unidad de entradas/salidas tiene capacidad para cuatro señales. El único punto a considerar en este aspecto es que pueda recibir el tipo de señal indicado, lo cual dependerá de cada fabricante de sistemas de control distribuido.

La comunicación de este sistema es muy fácil de definir, puesto que utilizaremos una pista de datos, a la cual se comunicará un director de tráfico para controlar el flujo de información de la pista de datos; un controlador de datos para alojar toda la información de las unidades de entradas/salidas así como de los controladores y por último tres interfases de comunicaciones para cada uno de los elementos comunicantes, es decir, el controlador de datos, el director de tráfico, y la interfase con el operador.

Es recomendable también poner redundancia en la comunicación ya que las interfases de comunicación suelen tener fallas, por lo que duplicando esta cantidad y teniendo otra opción por donde comunicarse se eliminarían muchos riesgos de fallas en la comunicación, además de que este tipo de redundancia es muy económica.

Como accesorios del sistema no podemos evitar el uso de una fuente de poder para la alimentación eléctrica la unidad de disco para guardar toda la información de -- operación del sistema así como el "software" del mismo; -- los gabinetes para albergar los controladores; unidades -- de entradas/salidas; director de tráfico e interfases de comunicaciones.

En lo que concierne a la impresora, es recomendable contar con ella para imprimir todos los reportes, --- alarmas, cambios en el proceso, etc.

La necesidad de una unidad de almacenamiento y registro dependerá de si el tipo de registro indicado como requerido en el proceso requiere de información histórica, es decir guardada en discos flexibles para su posterior -- uso, o de registro real que puede elaborar la misma inter fase con el operador sin necesidad de la unidad de almace namiento y registro. Para el segundo caso hay que tomar en cuenta que con la ayuda de la impresora es posible -- guardar datos históricos en papel en lugar de utilizar la unidad de almacenamiento y registro que por lo general -- eleva mucho el costo de todo el sistema.

En resumen lo que se ha tratado de hacer en este -- capítulo es mostrar el procedimiento a seguir para seleccionar un sistema de control distribuido partiendo de un proceso real y la forma en que se debe llevar a cabo esta selección con la siguiente secuencia de pasos:

- 1er. Paso Tipos y cantidad de controladores
- 2do. Paso Tipo de interfase con el operador
- 3er. Paso Tipo y cantidad de unidades de entrada/salidas
- 4to. Paso Componentes de las comunicaciones
- 5to. Paso Accesorios (Unidad de almacenamiento y registro, Impresora, Fuente de poder, Unidad de disco, Gabinetes e Interfase con otras computadoras).

Debemos considerar que todos estos pasos son elaborados posteriormente a que se entienda perfectamente el proceso a controlar, lo cual es inevitable para el diseño de cualquier tipo de sistema de control.

Ahora bien, en cuestión de precios, si se hubiera hecho el mismo sistema, pero convencional, el costo sería aproximadamente un 8% arriba del sistema de control distribuido.

CAPITULO VIII

CAPITULO VIII

CONCLUSION

1. CONFIABILIDAD DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO

Los sistemas de control distribuido son mucho más confiables que los sistemas convencionales de control.

El sistema entero cuenta con un sistema de diagnóstico que puede identificar cualquier tipo de falla posible que pueda ocurrir. Este sistema de autodiagnóstico se retroalimenta por cada uno de los componentes que integran el sistema de control distribuido. Cada uno de estos componentes le indica al sistema de autodiagnóstico el tipo de falla y su localización exacta dentro de toda la instalación física del sistema. El sistema de autodiagnóstico recibe la información y se la comunica al operador por medio de una alarma audible y otra visual en la pantalla, de forma tal que el operador, por medio de una tecla, pueda reconocer el tipo de falla así como su localización, procediendo a su solución.

Gracias a esta forma de autodiagnóstico es imposible que el operador no se entere de una falla en el sistema. De igual forma le indicará el momento en que la falla quede solucionada.

Por otra parte, la operación del sistema se lleva a cabo de un modo sencillo y también a prueba de errores.

Cuando el operador esté efectuando cambios, ya -- sean de tipo informativo o de proceso, es la computadora la que le hace preguntas sobre lo que se quiere realizar por lo que el operador tan sólo tiene que responder a -- sus preguntas. Además, cuando el operador tiene que responder alguna pregunta crítica para el sistema se activa un estado de alerta por medio de una segunda pregunta -- que confirme a la primera, dándole tiempo con ello al -- operador para que recapacite.

Es común encontrarse en las plantas con personas- no capacitadas o autorizadas para operar los equipos de control, pero aún así no falta la ocasión en que estas - personas efectúen cambios que pongan en peligro todo el proceso o parte de éste. Por ese motivo los sistemas de control distribuido cuentan con otro dispositivo de seguridad que consiste en una llave. Esta llave permite el acceso a ciertas funciones del sistema que normalmente - son:

- Observación
- Operación
- Sintonización y programación

Cuando la llave se encuentra en la posición de observación nadie podrá operar el sistema, logrando única- mente que se observen las diferentes gráficas. En la posición de operación la persona que opere el sistema sólo

podrá hacer cambiar de tipo operativo como es cambiar el punto de ajuste, la posición de una válvula, arrancar o parar una bomba, etc., pero no podrá efectuar cambios en la sintonización de los equipos o en los programas de la computadora. Con este dispositivo el operador encargado del sistema puede estar seguro de que ninguna otra persona podría hacer daño alguno al proceso o al mismo sistema.

En lo que se refiere al manejo de la información en el sistema, se ha mencionado que existen diferentes elementos receptores así como transmisores de datos comunicados por una pista, que no es más que un cable coaxial o de fibra óptica para el caso de largas distancias. Sin embargo, la transmisión se logra por medio de un código que indica el inicio de una transmisión, la información, la confirmación de recibida la información completa y el fin de la transmisión. Siguiendo estos pasos si un aparato receptor encuentra un error o una falta de información se lo comunica al transmisor de tal forma que corrija la transmisión de datos. Por lo tanto, si la información proviene del operador éste deberá hacer la corrección correspondiente y si la información proviene de algún elemento, éste deberá efectuar dicha corrección y enviar nuevamente la información.

2. FALLAS EN LOS SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO

Se ha visto que si en algún momento ocurre un cam

bio no esperado en el proceso automáticamente se indicará en la pantalla, haciéndoselo saber al operador, así -- como por una alarma audible. Lo mismo ocurre con la falla de alguno de los elementos del sistema, por medio -- del autodiagnóstico.

El problema ahora consiste en prevenir las fallas de los elementos y en protegernos para no perder el control.

En la fig. 26 se muestra una tabla que indica la cantidad de horas continuas promedio de los elementos -- del sistema, con el fin de poder efectuar el mantenimiento preventivo de dichos elementos y también nos ayuda a conocer para qué elementos sería recomendable tener redundancia en el sistema.

Se debe tener en cuenta que al ser digital el sistema no existen partes mecánicas que se desgasten, por -- lo que el sistema de por sí tiene una vida útil más larga que otros sistemas de control y prácticamente no requiere de piezas de repuesto. Así también la reparación de una tarjeta electrónica consistirá en el cambio de alguno de sus componentes, relativamente sencillos de encontrar en el mercado y no será necesario recurrir a la fabricación de piezas.

Lo más importante de todo cuando ocurre una falla es que no se pierde el control sobre el proceso ya que -- si llega a fallar un controlador la unidad de transferen

COMPONENTE	HORAS PROM.
CONTROLADOR SENCILLO	10,100
CONTROLADOR COMPLEJO	8,460
DIRECTOR DE TRAFICO	18,400
DIRECTOR DE RED	18,400
PANTALLAS	132,000
UNIDAD DE ENTRADAS/SALIDAS	19,000
FUENTE DE ALIMENTACION	382,000
BATERIAS DE RESERVA	28,900
CABLE COAXIAL	212,000
ESTACION DE OPERADOR	2,400
GABINETES	350,000
UNIDAD DE REGISTRO	25,000

Fig. 26 Tabla de horas promedio continuas sin fallas de los elementos del sistema.

cia permite controlar el proceso de forma manual y no automática. Si la falla se encuentra en la consola, las estaciones de operador serán la interfase con el operador, de la misma forma en que se haría con controladores electrónicos del tipo convencional.

Para complementar los dispositivos de seguridad que se han mencionado, toda la información crítica de cada elemento se guarda en memorias no volátiles por lo que esta información nunca se pierde, incluso desconectando la alimentación de energía.

3. DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO

A lo largo de todos los capítulos se han visto todas las ventajas que tiene un sistema de control distribuido en contraste con los sistemas convencionales de control, tanto neumáticos como electrónicos. Es el momento ahora de mencionar sus desventajas.

Técnicamente existe la desventaja de la necesidad de clima artificial cuando la temperatura, así como la humedad, exceden de ciertos límites. En estos casos será necesario tener una habitación especial con clima artificial, lo que puede ocasionar problemas cuando no se cuenta con el espacio apropiado; esto también puede ocasionar una elevación del costo por su instalación.

Por otra parte, cuando el ambiente en la planta -

es explosivo, los sistemas neumáticos son muy confiables puesto que no generan chispas mientras que un sistema -- electrónico o de control distribuido necesitarían utilizar barreras de seguridad y equipo a prueba de explosiones.

También se requerirán transductores de aire a corriente ya que las válvulas operan con aire.

Todos estos factores provocan que se eleven los costos de la instalación de un sistema de control distribuido, pero se debe tomar en cuenta que la necesidad de tuberías en los sistemas neumáticos hace que sea más caro que el cableado de un sistema electrónico. Igualmente -- el espacio requerido por los tableros neumáticos es mucho mayor que el necesario para un consola de un sistema de control distribuido.

La mayor desventaja de los sistemas de control -- distribuido se encuentra en el costo puesto que el equipo digital tiene muy alto costo con respecto al neumático o al electrónico.

La diferencia en costo se va reduciendo a mayor cantidad de lazos de control y por lo general se puede -- decir que cuando un proceso requiere de veinte lazos de control, o más, los sistemas de control distribuido se -- vuelven más económicos que los electrónicos y si son de treinta lazos de control, o más, son más económicos que los neumáticos. Estas cantidades pueden variar mucho --

dependiendo de todas las funciones adicionales, así como de la complejidad del proceso.

Habría que considerar también hasta que punto interesa tener un sistema tan sofisticado como lo es el de control distribuido.

4. FUTURO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DISTRIBUIDO

En los países desarrollados cada vez más se cambian los lazos de control convencionales a lazos operados por sistemas de control distribuido.

En México aún no se encuentra muy extendido el uso de este tipo de control, aunque ya existen varios sistemas operando y cada vez son más las compañías que los solicitan.

Se ha comprobado que son indiscutibles las ventajas que ofrece este tipo de sistema de comparación con los de control convencional y sobre todo con los sistemas de control convencional electrónico que no representan gran diferencia en costo. Por este motivo este tipo de sistema tiende a desaparecer aceleradamente mientras que los sistemas neumáticos subsisten debido a su bajo costo.

En países como los EE. UU. cada vez resulta más atractivo decidirse por la compra de sistemas de control

distribuido puesto que aparte de los beneficios técnicos se están ofreciendo paquetes en los cuales se garantiza que, a más tardar en un año se recupera el costo del sistema debido a los ahorros en energía o en materias primas.

Por todo lo antes descrito y por la exigencia cada vez mayor de productos de mejor calidad es inevitable que tarde o temprano se produzca el cambio del control--convencional a los sistemas de control distribuido.

APPENDICE I

APENDICE I

COMPARACION DE PRECIOS ENTRE LOS DIFERENTES EQUIPOS DE CONTROL (NEUMATICO, ELECTRONICO Y DISTRIBUIDO)

CONTROL NEUMATICO:

EQUIPO:	UNIDADES DE \$:
Transmisor de presión, flujo o nivel.	0.6
Transmisor de temperatura.	0.65
Controlador de presión, flujo o nivel (PI).	1.3
Controlador de temperatura (PID).	1.45
Registrador de tres plumas.	2.1
Unidad de alarma alto-bajo.	0.4
Unidad de suma, resta, multiplicación, división, comparación u operaciones lógicas.	0.7
Tablero de control.	10.0 en adelante.

CONTROL ELECTRONICO:

Transmisor de presión, flujo, nivel o temperatura.	1.1
Controlador de presión, flujo, nivel o temperatura (PID).	1.3
Registrador de tres plumas.	3.1
Unidad de alarma, suma, resta, multiplicación, división, comparación u operaciones lógicas.	0.7
Tablero de control.	8.0 en adelante.

CONTROL DISTRIBUIDO:

Transmisor de presión, flujo, nivel o temperatura.	1.1
Controlador sencillo (PID).	1.4
Controlador complejo de cuatro puntos de control programable.	2.3
Registrador .	Incluido en consola.
Unidad de alarma, suma, resta, multiplicación, división, comparación u operaciones lógicas.	Incluido en controladores.

Consola de formato variable con unidad
de entradas/salidas, comunicaciones, im-
presora, gabinetes, fuente de poder, etc.

19.0

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. Catálogo 404, "Instrumentation Bulletins".
Publicado por Fisher Controls International, Inc.
2. Catálogo 404-I, "Instrumentation Applications Guide".
Publicado por Fisher Controls International, Inc.
3. Catálogo 404-2, "Instrumentation Planning Guide".
Publicado por Fisher Controls International, Inc.
4. Catálogo 404-3, "Instrumentation User Manuals".
Publicado por Fisher Controls International, Inc.
5. "Modvue Programmable Control Division".
Publicado por Gould Electronics.
6. "243 Local Operator Console and 200 D Controllers".
Publicado por Toshiba International, 1985.
7. "The Personal Computer as a Controller".
J.E. Heaton.
8. "The Personal Computer as an Energy Management ----
System".
Publicado por Energy Technology, Junio 1983.
9. "Computer-Based Energy Management System".
Chun H. Cho.
Publicado por Academic Press Inc., 1985.

10. "Microprocessor-Based Distributed Control Systems"
G.J. Cordova, H.I. Hertenanu, G.T. Doyle.
Publicado por Chemical Engineering, Enero 1985.
11. "Electronica Industrial", Antonio Creus Solé.
Publicado por Mundo Electrónico, 1980.