



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"**

**"INSTALACION, PRUEBA Y ELABORACION DEL MANUAL
DE OPERACION PARA LA PLANTA DE ENTRENAMIENTO
EN INSTRUMENTACION Y CONTROL EN EL LABORATORIO
EXPERIMENTAL MULTIDISCIPLINARIO, DE LA FACULTAD
DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN"**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO**

P R E S E N T A

ROSA FLORA ZAMORA ORTEGA

DIRECTOR DE TESIS

ALVARO LEO RAMIREZ

CUAUTITLAN

1985



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 1.- INTRODUCCION
 - TERMINOLOGIA
 - DEFINICIONES

- CAPITULO 2.- DESCRIPCION DEL PROCESO.
 - 2.1.- SISTEMA DE FLUJO
 - 2.2.- SISTEMA CERRADO DE CONTROL DE FLUJO
 - 2.3.- SISTEMA CERRADO DE CONTROL DE NIVEL
 - 2.4.- OPERACION DE NIVEL Y REGISTRADORES EN CASCADA DE FLUJO
 - 2.5.- SISTEMA CERRADO DEL CONTROL DE PRESION
 - 2.6.- SISTEMA CERRADO DEL CONTROL DE TEMPERATURA
 - 2.7.- SIMULACION DE FALLAS

- CAPITULO 3.- DESCRIPCION DETALLADA DE LOS EQUIPOS.
 - 3.1.- REGISTRADOR
 - 3.1.1. CARACTERISTICAS
 - 3.1.2.- OPERACION
 - 3.1.3.- ESPECIFICACIONES
 - 3.1.4.- REGISTRADOR DE FLUJO
 - 3.1.5.- REGISTRADOR DE NIVEL
 - 3.1.6.- REGISTRADOR DE TEMPERATURA TR-2
 - 3.1.7.- REGISTRADOR DE TEMPERATURA TR-1
 - 3.1.8.- REGISTRADOR DE PRESION PT

 - 3.2.- TRANSMISIONES
 - 3.2.1.- TRANSMISOR DE PRESION ABSOLUTA Y MANOMETRICA
 - 3.2.1.a.- OPERACION
 - 3.2.1.b.- ESPECIFICACIONES FUNCIONALES
 - 3.2.2.- TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL (LT-1) TRANSMISOR DE NIVEL.
 - 3.2.2.a.- OPERACION
 - 3.2.2.b.- ESPECIFICACIONES FUNCIONALES
 - 3.2.3.- TRANSMISOR DE NIVEL (LT-2)
 - 3.2.3.a.- DESCRIPCION DE OPERACION

- 3.2.4.- TRANSMISOR DE FLUJO (FT)
- 3.2.4.a.- DESCRIPCION
- 3.2.4.b.- OPERACION
- 3.2.4.c.- ESPECIFICACIONES
- 3.2.5.- TRANSMISOR DE TEMPERATURA (TT-1 y TT-2)
- 3.2.5.a.- DESCRIPCION
- 3.2.5.b.- PRINCIPIOS DE OPERACION
- 3.2.5.c.- ESPECIFICACIONES
- 3.2.6.- INTRODUCCION A LAS VALVULAS DE CONTROL
(FCV1, FCV2, PCV1, PCV2, TCV1.)
- 3.2.6.a.- GENERALIDADES
- 3.2.6.b.- VALVULA TIPO GLOBO
- 3.2.6.c.- COMPONENTES DE UNA VALVULA DE GLOBO
- 3.2.6.d.- PARTES INTERNAS DE UNA VALVULA DE CONTROL

- CAPITULO 4.- CONTROLADOR**
- 4.1.- DESCRIPCION
 - 4.2.- INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE LAZO ABIERTO Y DE LAZO CERRADO.

- CAPITULO 5.- DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL**
- 5.1.- DESCRIPCION DEL SISTEMA DE FLUJO
 - 5.2.- EL SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL
 - 5.3.- OPERACION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL EN CASCADA
 - 5.4.- EL SISTEMA DE CONTROL DE PRESION
 - 5.5.- EL SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA
 - 5.5.1.- EL SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA CON TIEMPOS MUERTOS. TRANSMISOR TT-1.
 - 5.5.2.- EL SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA CON TIEMPO MUERTO Y CON CAPACIDAD MULTIPLE, TRANSMISOR TT-2.

- CAPITULO 6.- OPERACION DE LAS INTERRUPCIONES EN LOS SISTEMAS DE CONTROL.**

- CAPITULO 7.- MANUAL DE ARRANQUE Y PARO DE LA PLANTA.**

- CAPITULO 8.- MANTENIMIENTO Y CUIDADOS**

CAPITULO 9.- RECOMENDACIONES

CAPITULO 10.- CONCLUSIONES

CAPITULO 11.- BIBLIOGRAFIA

CAPITULO 1

INTRODUCCION

La planta de instrumentación y control que se encuentra en LEM, requiere de un manual el cual debiera contener, operación, instalación así como los principios necesarios requeridos, por el estudiante para su debido aprovechamiento.

La planta ofrece amplias facilidades para el entrenamiento y educación en muchos niveles y en diversos aspectos del control en ingeniería de procesos. El estudiante podrá ver, el método de operación y uso de transmisores, registradores, controladores y válvulas de control que pueden ser encontradas en plantas de proceso en la industria química y en las refinerías. - Se puede observar la operación de varios tipos de sistemas, incluyendo la operación de controladores en cascada. Se obtendrá experiencia en el manejo de un diagrama de flujo y trabajar con varias fallas que pueden surgir - en la operación normal de plantas de proceso.

Se calibran y ajustaran los diferentes componentes de una planta típica de proceso, juntamente con la experiencia de tratar con fallas y averías en la operación de la planta.

En los capítulos siguientes se describirán, la operación de cada instrumento, una descripción general del proceso, los métodos de operación de transmisiones, registradores, control y manejo de válvulas, involucrando operaciones entre los sistemas de control y la operación de sistemas en cascada.

Se analiza el comportamiento del proceso al realizar interrupciones de señal en la operación de la planta con el fin de revisar el comportamiento - de las diferentes variables de proceso y control.

El control automático ha jugado un papel vital en el avance de la ingeniería y de la ciencia.

El control automática es parte importante e integral de los procesos industriales y de manufactura. Resulta esencial en operaciones tales como el

control de presión, de temperatura, de humedad, de nivel, de viscosidad, de flujo, etc.

Debido a la utilización práctica del control automático brinda medios para lograr el funcionamiento óptimo de sistemas dinámicos, así como mejorar la calidad y abaratar los costos de producción, liberar de la complejidad de muchas rutinas, de las tareas manuales repetitivas etc. Resulta muy conveniente para el ingeniero instrumentista tener buenos conocimientos en este campo.

Tendremos entonces que el control automático será la operación de llevar una o más variables a su punto óptimo de trabajo y mantener todo el proceso ajustado a los valores prefijados, cualesquiera que sean los cambios que en esto se produzcan.

Para realizar esta operación es necesario conocer los hechos que ocurren en el proceso y que son de interés para poderlo controlar.

Para cuantificarlos se requiere evaluar las variables involucradas. Estas señales deben ser captadas y transformadas en magnitudes que se pueden medir y transportar (transmitir) y si es necesario amplificar, para su mejor manejo y utilización posterior. Una vez que se ha determinado la magnitud de la variable que se desea controlar, se debe comparar con el valor deseado (set point) y si existe una discrepancia (error), se debe ajustar la energía suministrada al proceso de tal manera que corrija la desviación existente.

A continuación veremos la terminología y algunas definiciones, necesarias para la comprensión de este tema.

TERMINOLOGIA

A continuación presentamos un conjunto de definiciones y conceptos manejados en instrumentación y control.

"LOOP"

Circuito o sistema de control que detecta una señal, la transmite y compara con un valor fijado previamente (punto de ajuste), y emite señal correctiva. Es un sistema retroalimentario.

PROCESO

Cualquier operación o secuencia de operaciones involucran un cambio del estado de energía de compensación, de dimensión, o de otra propiedad que pueda ser definida con respecto a un dato.

ELEMENTO PRIMARIO O SENSIBLE

Parte de un instrumento que primero detecta el valor de una variable de proceso.

INSTRUMENTO

Un dispositivo usado directa o indirectamente para medir y/o controlar una señal de transmisión estandar, la cual es una función unicamente de la variable medida.

TRANSDUCTOR

Quando la naturaleza de la variable de salida del amplificador es diferente a la naturaleza de la variable que actua sobre la planta resulta necesario utilizar un transductor (que convierta un tipo de señal a otro tipo), generalmente se usa un transductor I/P (corriente eléctrica a presión).

CONTROLADOR

Un dispositivo que tiene una salida que puede ser variable para mantener una variable controlada, a un valor especificado, adentro de límites especificado, adentro de límites especificados, o alterar la variable de una manera específica.

SEÑAL

Información acerca de una variable que se transmite.

ELEMENTO DE FINAL DE CONTROL

Es aquella parte del loop (el instrumento) de control que modifica directamente el valor de la variable controlada.

VARIABLE CONTROLADA

Es la cantidad o condición que se mide y controla bajo ciertos límites.

VARIABLE MANIPULADA

Es aquella cantidad o condición que se modifica mediante un controlador automático para efectuar el valor de la variable controlada.

Al referirnos a un instrumento manejaremos cierto tecnicismo, - los cuales nos ayudarán a definir nuestro sistema de control, éstos se enlistan a continuación.

RANGO

La región entre el valor numérico superior e inferior de las - unidades manejadas en el instrumento, en la cual éste pueda operar.

VALOR DEL RANGO SUPERIOR

La más alta cantidad a medir, a la que el dispositivo se ajusta.

LIMITE DEL RANGO SUPERIOR

La más alta cantidad a medir, a la que un dispositivo puede ser ajustado.

SPAN

La diferencia algebraica entre el valor del rango superior y el inferior.

Ejemplo:

| R A N G O | S P A N |
|--|------------------------------------|
| 0-25 psig (0-1.75 kg./cm ²) | 25 psig (1.75 kg/cm ²) |
| 3-15 psig (0.25-1.054 kg/cm ²) | 12 psig (.84 kg/cm ²) |
| (-20)-75°F (-28.8°C) -(-59.38°C) | 95°F (34.96.5°C) |

EXACTITUD

Un número o cantidad la cual define el límite que el error no excedera cuando el aparato es usado bajo condiciones de operación de referencia.

BANDA MUERTA

Zona o rango a través del cual una entrada puede ser variada sin inicio de respuesta.

"DRIFT"

(Ciclo de desviación), es un cambio en la calibración con el tiempo; y representa la máxima diferencia entre valores promedio de desviación graficados para una entrada dada.

ERROR

La diferencia algebraica entre la indicación y el valor verdadero de la variable medida.

SEÑAL DE ERROR

Diferencia entre valor de la variable de proceso y el punto de control.

CONRECCION

Cantidad que debe ser adicionada para eliminar el error, es igual a magnitud al valor del error, pero de signo inverso.

SENSITIVIDAD

Cambios necesarios para producir una deflexión en la lectura. Es el cambio más pequeño que puede ser detectado.

REPRODUCIBILIDAD

Próximidad entre el número de medición repetidas de la salida para un mismo valor de entrada, hechas bajo las mismas condiciones de operación en un período de tiempo. También se denomina "constancia en la calibración".

HISTERESIS

Es la máxima diferencia para la misma entrada entre los valores de salida mas alto y bajo de la escala, durante una travesía del rango total en cada dirección.

DIAGRAMAS DE BLOQUES

Una de las armas mas poderosas usadas en el análisis de sistemas son los diagramas de bloques. Nos dan la oportunidad de analizar fácilmente un sistema pudiendo definir las funciones de cada elemento considerado dentro del sistema. Para nuestros propósitos, cualquier combinación de elementos, agrupados de cualquier forma dentro de ciertos límites será definido como sistema. Para ilustrar la construcción de un diagrama de bloques, supongamos que el comportamiento de cualquier elemento en un sistema puede ser descrito por una relación de su salida (C) entre su entrada (r). Por ejemplo, en un actuador de diagrama la entrada es la presión en el diagrama, (p), y salida, el desplazamiento del vástago, (y). Para otro sistema, la entrada para una válvula es el desplazamiento del vástago (y) y la salida, el flujo (w). Ahora, la válvula puede ser descrita por la relación (w). Con la ayuda de una relación más, un sistema puede ser descrito. Consideremos el siguiente proceso.

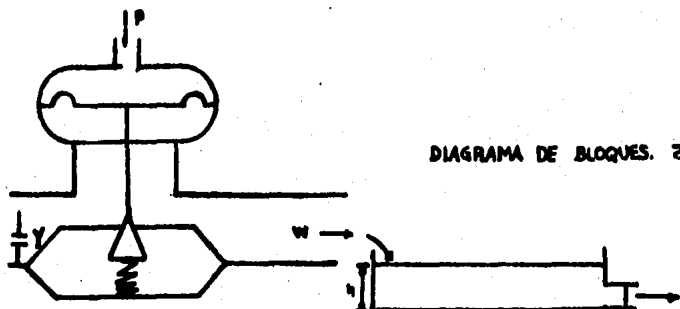


DIAGRAMA DE BLOQUES. 3

La entrada es el flujo (W) y la salida es el nivel h . La relación que describe el proceso es $\frac{(h)}{(W)}$

Los elementos son arreglados de tal manera que la salida de uno se convierte en la entrada del siguiente. En la siguiente figura cada elemento ha sido remplazado por un bloque. La función de cada bloque ha sido representada por la relación del elemento al cual reemplazan.

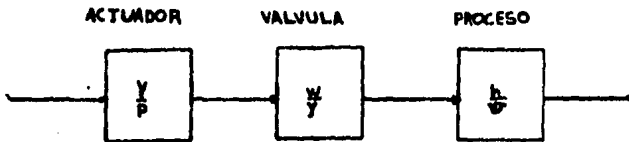


DIAGRAMA b.

Debemos de considerar que el diagrama de bloque es un sistema de información mas que un duplicado exacto del sistema físico al que describe.

Las entradas y las salidas de un diagrama de bloque consisten en información acerca de cierta variable del sistema y no necesariamente representan la modificación o variación de la cantidad de masa o energía.

El diagrama indica que el bloque de la válvula produce W y W veces el bloque del proceso produce H . En otras palabras la solución de cada bloque se superpone, en un sentido matemático en el siguiente bloque.

En este arreglo, la información final (salida) no se regresa a la entrada, es decir, no hay retroalimentación. A este tipo de arreglo se le llama sistema de control de lazo abierto.

Todos los sistemas de control de lazo abierto, tienen las siguientes características en común:

1.- Si la carga es constante (flujo de salida del tanque), la salida

da puede ser controlada por la entrada sólo si cada elemento del sistema está bien calibrado.

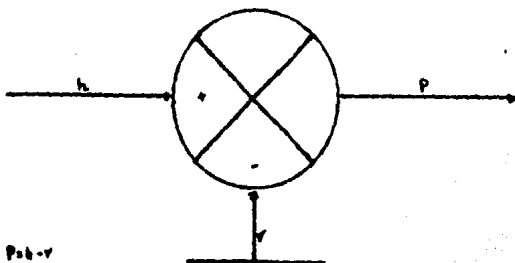
- 2.- Este sistema es incapaz de compensar por cambios de carga o descalibración.
- 3.- Este sistema es inherentemente estable; o hay posibilidad de tener oscilaciones.

Debido a que las dos primeras características del sistema de lazo abierto limitan su precisión en el control, es deseable añadir alguna forma de retroalimentación. Esto es, de alguna manera, permitir que la información acerca de la señal de salida sea llevada a la entrada para provocar una acción de corrección.

PUNTOS DE SUMA

Consideremos el siguiente ejemplo: Deseamos medir el nivel del tanque del sistema anterior (h) y comparar este valor con otro valor de nivel que exista una señal que represente la diferencia entre el valor real del nivel y el valor deseado del nivel (P).

Expresando esta configuración en la simbología de bloques tenemos:



Se denota $P=h-r$

DIAGRAMA e.

DEFINICIONES

Con objeto de comprender mejor los conceptos asociados a la teoría de control es conveniente definir ciertos términos que se involucran siempre que se habla de control automático.

SISTEMA

Es un arreglo conjunto o colección de objetos, entidades o dispositivos relacionados de tal manera que forman un todo o actúan como una unidad completa para la realización de un fin común.

LINEALIDAD

Se dice que un sistema es lineal cuando cumple con los principios de proporcionalidad y de superposición.

Esto es, cuando a un sistema se le aplica una señal de entrada - y la salida del sistema guarda una proporción constante con dicha entrada (principio de proporcionalidad) y que además cuando a este sistema se le aplican más excitaciones distintas simultáneamente, la respuesta será la suma de las respuestas individuales debidas a cada extensión (principio de superposición).

Dicho de otra forma.- Un sistema lineal cuando para un valor determinado de entrada le corresponde, uno y sólo un valor de salida.

GRAFICA DE TRANSFERENCIAS DE UN SISTEMA LINEAL

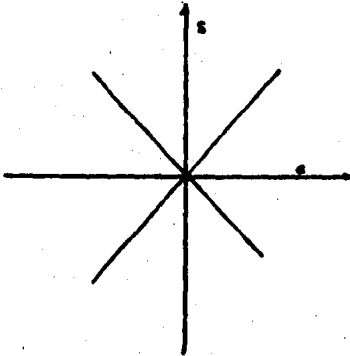


DIAGRAMA d.

GRAFICA DE TRANSFERENCIAS DE ALINEALIDADES TÍPICAS

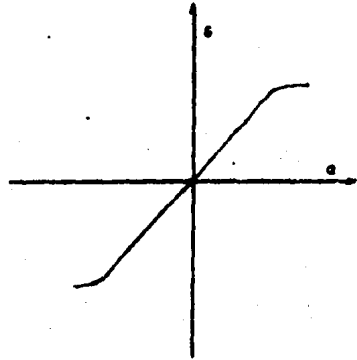


DIAGRAMA e.

GRAFICA DE TRANSFERENCIA DE ALGUNAS ALINEALIDADES
TIPICAS

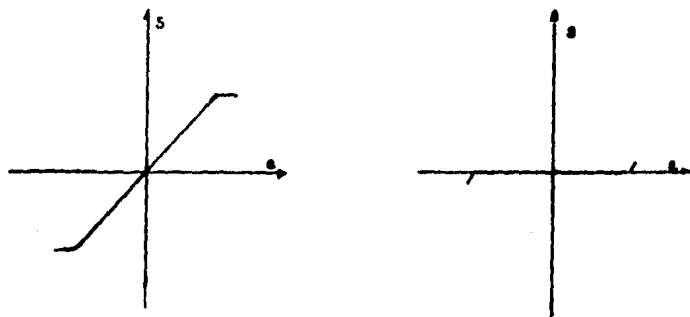


DIAGRAMA f.

En realidad resulta difícil encontrar un sistema completamente lineal, de hecho un estudio cuidadoso indica que aun los sistemas denominados "lineales" son realmente lineales solamente en restringidos rangos de operación, en la práctica muchos sistemas electromecánicos, hidráulicos, neumáticos, etc., involucran relaciones no lineales entre las variables. Pero tratar de resolver un sistema con este tipo de relaciones resulta poco práctico y además complicado. Lo que se hace a menudo es linealizar estas variables considerándolas por secciones dentro de restringidos rangos de operación.

Función de transferencia.- Este concepto resulta de particular interés para la comprensión y el análisis de los sistemas de control.

La función de transferencia.- Este concepto resulta de particular interés para la comprensión y el análisis de los sistemas de control.

La función de transferencia se define como la relación que existe entre la variable de salida y la variable de entrada de un sistema lineal expresada tal relación en términos de la frecuencia y de este modo facilitar su manejo.

Ademas de que permite analizar el funcionamiento del sistema por medio de graficas y obtener simultáneamente las componentes del transitorio y del estado permanente de la solución.

La función de transferencia es entonces una expresión que - relaciona la salida y la entrada de un sistema lineal en términos de los parámetros del sistema y es una propiedad del sistema en sí, independiente de la función de entrada.

FUNCION DE TRANSFERENCIA



DIAGRAMA 3.

También la función de transferencia F.T. es un indicativo de lo que sucede a una determinada entrada cuando ésta es introducida al sistema en estudio y las transformaciones que sufre hasta llegar a convertirse en salida.

SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO ABIERTO Y DE LAZO CERRADO.

Los sistemas de control se pueden clasificar en dos grandes - tipos: Los de Lazo abierto y los de lazo cerrado.

Existe una marcada diferencia entre ambos tipos; la principal radica en que los sistemas de lazo cerrado utilizan en el proceso alguna forma de retroalimentación y los sistemas de lazo abierto no lo hacen así.

SINBOLOGIA ISA

Con el fin de unificar la simbología de la industria en general surgió esta nomenclatura ISA, la cual tiene la ventaja de que se halla más involucrada con el proceso y además es más fácil de comprender.

Las reglas a seguir son:

Identificación funcional.- 1°. letra de la variable medida
2° Funciones del instrumento.

La identificación funcional deberá ser de acuerdo a la función y no a la construcción. (por ejemplo, una celda de presión diferencial utilizada para nivel se llamará LT).

Las letras se utilizarán con los siguientes significados:

PRIMERA LETRA LETRAS SUBSECUENTES

| | | | |
|---|----|-----|---------------------------------------|
| F | CV | FCV | Válvula de Control de Flujo |
| T | CV | TCV | Válvula de Control de Temperatura. |
| P | CV | PCV | Válvula de Control de Presión. |
| T | T | TT | Transmisor de Temperatura |
| P | T | PT | Transmisor de Presión |
| F | T | FT | Transmisor de Flujo |
| L | T | LT | Transmisor de Nivel (Level) |
| T | IC | TIC | Controlador Indicador de Temperatura. |
| P | IC | PIC | Controlador Indicador de Presión. |
| F | IC | FIC | Controlador Indicador de Flujo. |
| L | IC | LIC | Controlador Indicador de Nivel. |
| T | R | TR | Registrador de Temperatura |
| F | R | FR | Registrador de Flujo |

DESCRIPCION DEL PROCESO

La planta de instrumentación y control consiste de dos unidades principales: La propia planta y la consola de control.

La fig. (1) muestra el diagrama de flujo, así como las figs., - (2) y (3) muestran una vista de elevación isométrica y una vista de planta, la fig. (4) muestra el diagrama de instrumentación y control, la fig. (5) muestra la consola de control y las figs. (6) y (7) muestran los diseños de los tanques.

2.1. SISTEMA DE FLUJO.

El fluido de trabajo es agua a temperatura abajo y cerca - de los 20°, mientras que el tanque C-2 puede ser cargado con ai re comprimido con una presión por arriba o cercana a las 100 - psig. (7.03 kg/cm² Man). Una bomba centrífugada bombea del tan que C-1 hacia el tanque C-2.

El gasto de entrega es regulado a C-2 por medio de dos vál vulas de control enlazadas, FCV1 y FCV2 regula el gasto al tan que C-2, mientras que la FCV1 esta colocada en una vía de paso y re gula el agua que retorna al tanque C-1. Las dos válvulas son controladas para que la carga de la bomba permanezca constante.

Del tanque C-2 retorna el agua a C-1 y la carga de retorno se regula por una válvula manual HV-5. El tanque C-2 es sella do mientras que los tanques C-1 y C-3 son abiertos a la atmosfe ra. El tanque C-3 puede ser enlazado al tanque C-2 abriendo - las válvulas de mano HV8 y HV9. El nivel del agua en los dos tan ques es entonces igual.

El nivel del agua en el tanque C-1 puede mantenerse constan te a cualquier nivel entre una tercera parte de lleno a tres - - cuartos de lleno por medio de tuberías de desborde, el fondo es controlado por una válvula manual HV1. El tanque C-1 es cargado con agua por medio de un sistema de mezcla.

La entrada de agua de servicio es regulada por una válvula de mano HV10 mientras que el flujo de agua helada es controlado por una válvula de control de temperatura TCV. Las aguas heladas y de servicio son mezcladas y entran al tanque C-1 por uno de los tres caminos; uno directamente, o por medio de serpentines de diferentes longitud y diámetros. La ruta se selecciona por medio de las válvulas manuales HV2, HV3 y HV4. Esto permite la introducción de diferentes retrasos distancia/velocidad dentro del sistema.

Cuando las válvulas HV8 y HV9 son cerradas, el tanque C-3 queda aislado del sistema de flujo, el tanque C-2 puede ser purificado con aire comprimido por medio de una válvula de control PCV1.

Finalmente el sistema puede ser drenado por operación de las válvulas HC1, HV6, HV7 y HV14.

2.2. SISTEMA CERRADO DE CONTROL DE FLUJO.

El gasto que maneja la bomba que transfiere el agua de C-1 a C-2 es medido por una placa de orificio asociada con un transmisor de flujo PF. La señal de este transmisor puede ser utilizado en varias formas, por ejemplo cuando el Controlador Indicados de Flujo (FIC), el cual esta colocado como controlador de las válvulas de flujo FCV1 y FCV2, dependiendo del ajuste apropiado de los cambios de las posiciones de los SW3 y SW4.

La carga hacia el tanque C-2 es determinada por un punto colocado en FIC y es independiente del nivel en el tanque C-2.

2.3. SISTEMA CERRADO DE CONTROL DE NIVEL.

Este sistema de control consiste en la regulación de los niveles de agua en los tanques C-2 y C-3; Esto es llevado a cabo por la regulación del gasto entregado hacia los tanques en turno, determinado por el ajuste de las válvulas FCV1 y FCV2.

El nivel del agua en los tanques se controla por dos métodos diferentes, representando los métodos mas usuales de indicación de nivel como son:

- 1) Cuando una presión diferencial es conectada a un LTI sensible a la diferencia de presión entre el aire de la parte de arriba del tanque C-2 y el agua en un punto cercano al fondo.
- 2) Como una segunda alternativa el nivel del agua puede ser medido - LT-2, localizando en el tanque C-3. Este transmisor consiste de un desplazador cilíndrico, de densidad mayor que la del agua; suspendido por una varilla unida a una fuerza de un aparato sensible. El peso del cilindro depende de el nivel del agua en el tanque y puede así mandar una señal al tablero para indicar este nivel.

El tanque C-3 esta construido de acrílico y esta abierto a la atmosfera; LT2 puede ser usado solamente cuando el tanque C-2 esta también abierto a la atmosfera.

La señal de uno y otro transmisor LTI y LT2 puede ser tomado por el controlador Indicador de Nivel (LIC). El cambio depende de la posición del SW2. La salida del LIC es tomada por las válvulas FCV1 y FCV2 las cuales estan en parte bajo el control de esta unidad antes que del Controlador Indicador de Flujo FIC; Esté sera meramente para indicar el gasto del flujo.

2.4 OPERACION DE NIVEL Y REGISTRADORES DE FLUJO EN CASCADA.

Es posible mejorar la calidad del control de un proceso por la operación de dos controladores en cascada un controlador maestro, en lugar de un proceso regulado directamente, determinado el punto de ajuste del controlador subsecuente el cual entonces hace el ajuste necesario en el sistema. Este arreglo de gran importancia práctica, puede ser estudiado por la operación de los Controladores Indicadores de Nivel (LICO en cascada con el Controlador Indicador de Flujo (FIC).

El LIC enlugar de ajustar la posición de las válvulas FCV1 y FCV2 directamente, determina el ajuste del gasto del flujo indicado desde FI el cual en su turno regula la posición de las válvulas de control de flujo.

2.5 SISTEMA CERRADO DEL CONTROL DE PRESION.

El sistema simplemente regula la presión del aire en el domo del tanque C2 a cualquier valor deseado entre la atmosférica y 7.93Kg/cm^2 .

Abarca un transmisor de presión PT que registra la presión en el tanque C2 además transmite una señal hacia el Registrador de Presión PR y al Controlador Indicador de Presión PIC.

El controlador mantiene la presión del aire regulando las válvulas - PCV1 y PCV2. La primera de las cuales regula el flujo de aire hacia adentro del tanque C2 hacia la atmósfera. En esta forma la presión del aire en C2 puede ser mantenida constante e independiente de los cambios de nivel - del agua en los tanques.

2.6 SISTEMA CERRADO DE CONTROL DE TEMPERATURA.

El propósito de este sistema es mantener la temperatura del agua en el tanque C1 a un nivel deseado. El sistema puede ser empleado para demostrar algunas de las muchas facetas complejas del comportamiento de una planta de control, incluyendo los efectos de distancia/velocidad y retrasos de transferencia.

El gasto del flujo de agua de servicio y directamente la temperatura de ésta está controlada por una válvula manual - HV10. El gasto de agua helada es regulado por una válvula TCV bajo el controlador Indicador de Temperatura TIC.

Este controlador recibe una señal desde uno u otro de los transmisores de temperatura TT1 o TT2 dependiendo de la posición del SW1. El TT1 está localizado en la línea que transporta la mezcla de agua servicio y agua helada antes de entrar al tanque C1. Mientras TT2 está localizado en el fondo del tanque - C-1.

Cuando TT1 esta usando el efecto de los retrasos distancia/ velocidad, pueden ser estudiados por interposición de una u otra de las tres diferentes longitudes de líneas entre un punto de -- unión del agua de servicio, agua helada y TT1.

Cuando TT2 es el que usa, el retraso de diferencia de señal ocurre como una consecuencia del volúmen de agua contenido en - el tanque C-1.

2.7 SIMULACION DE FALLAS.

Las interrupciones estan localizadas en varias líneas, entre los transmisores, los controladores y las válvulas; cuando se accionan los interruptores se introduce una falla en la señal en - las líneas de conexión obteniendo una falla de operación del sistema. Las fallas se producen accionando los botones que se encuentran localizados en el extremo derecho del tablero. sus respectivas - funciones son descritas mas adelante.

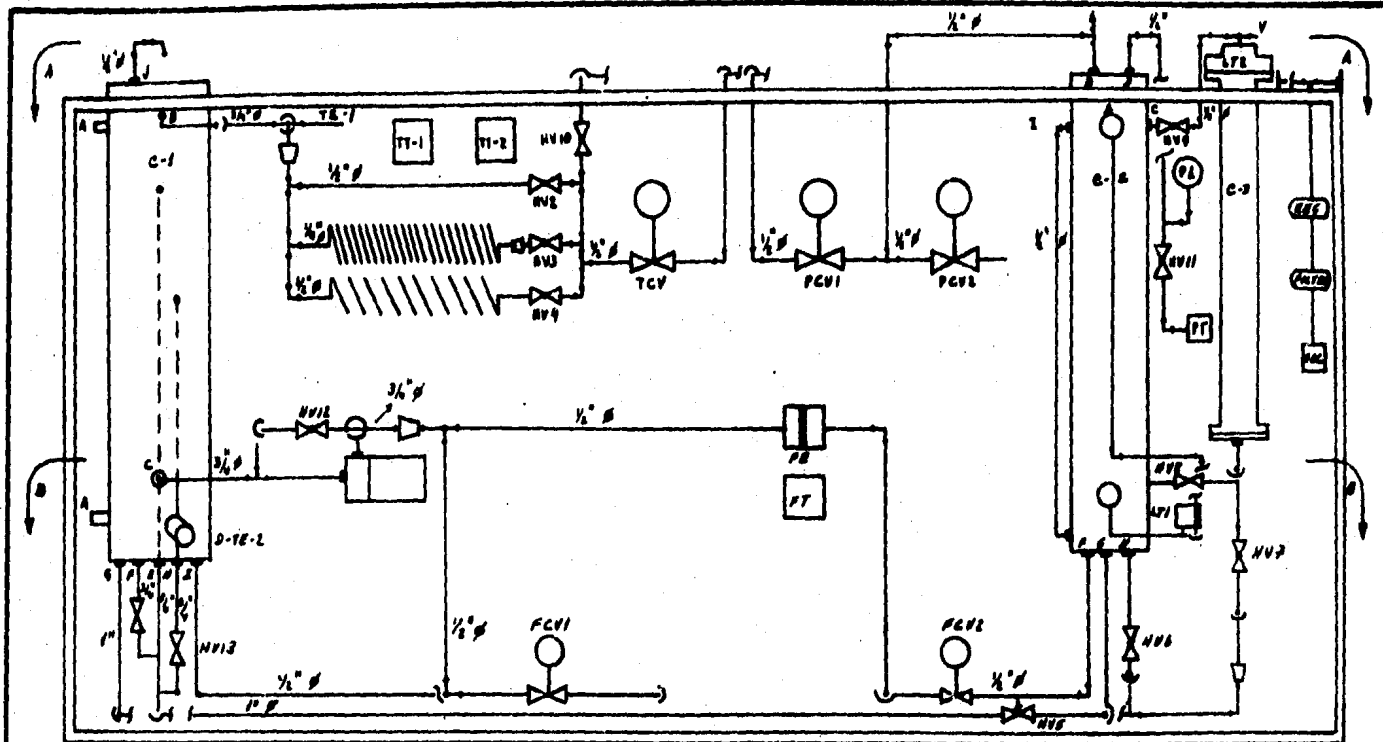
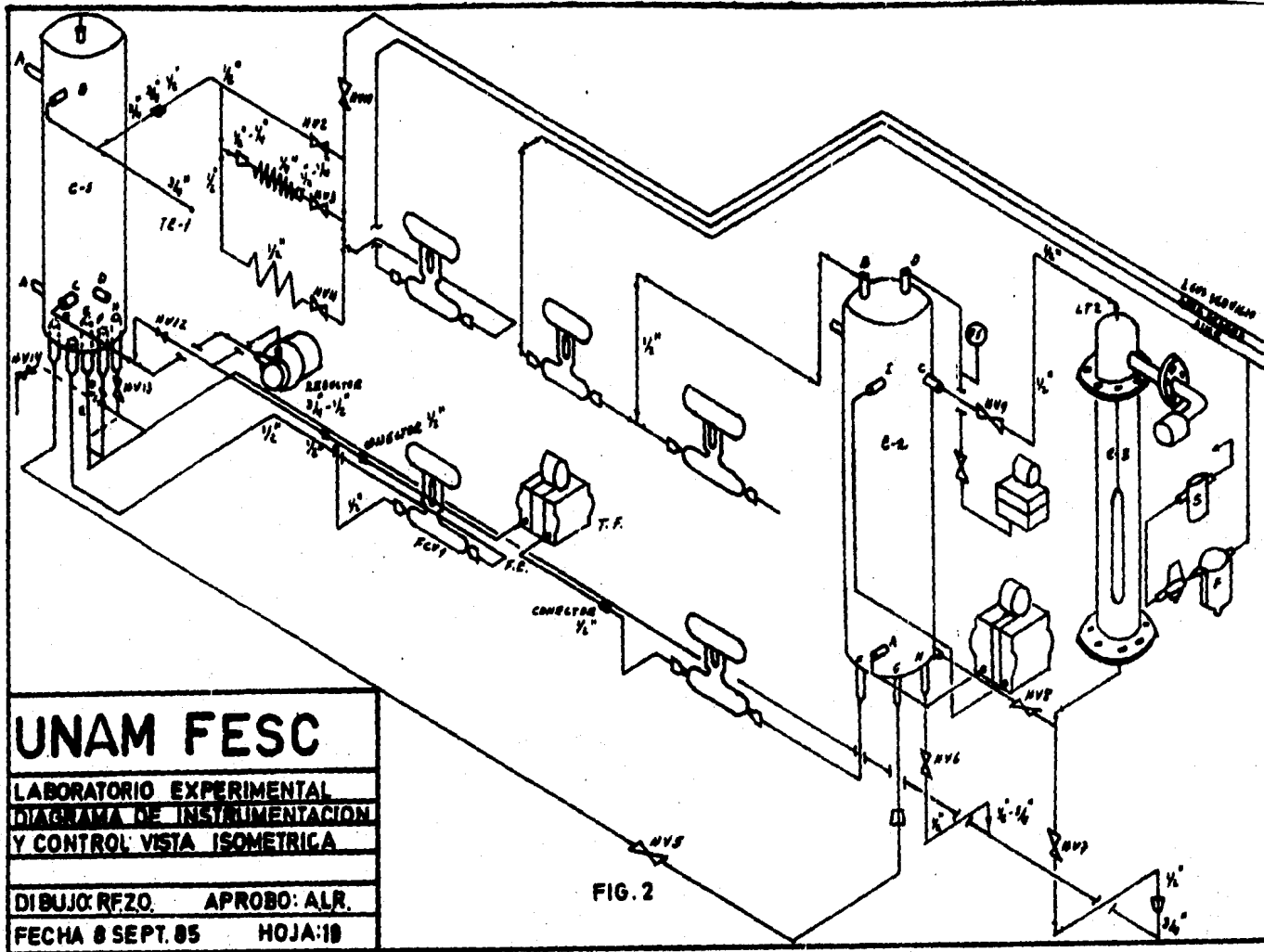


FIG. 1

| |
|--|
| UNAM FESC |
| LABORATORIO EXPERIMENTAL |
| DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION Y CONTROL |
| VISTA ELEVACION |
| DIBUJO: R.F.Z.O. APROBO: A.L.R. |
| FECHA: 8 SEPT. 85 HOJA: 18 |



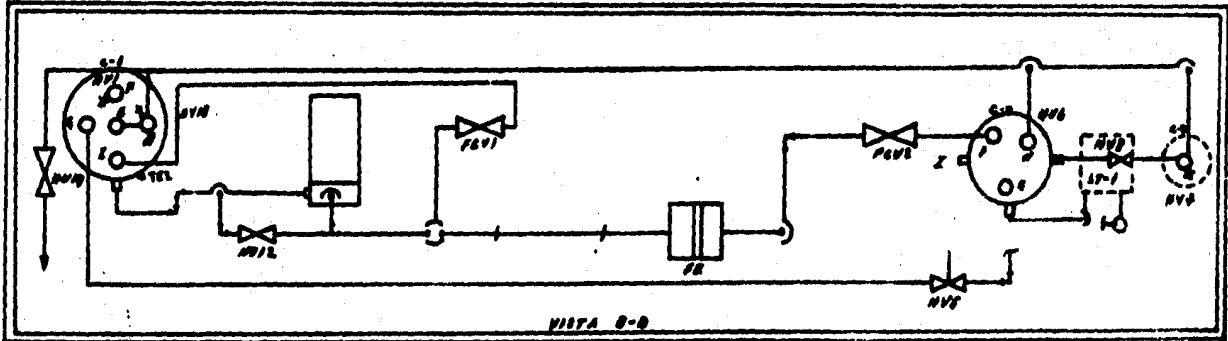
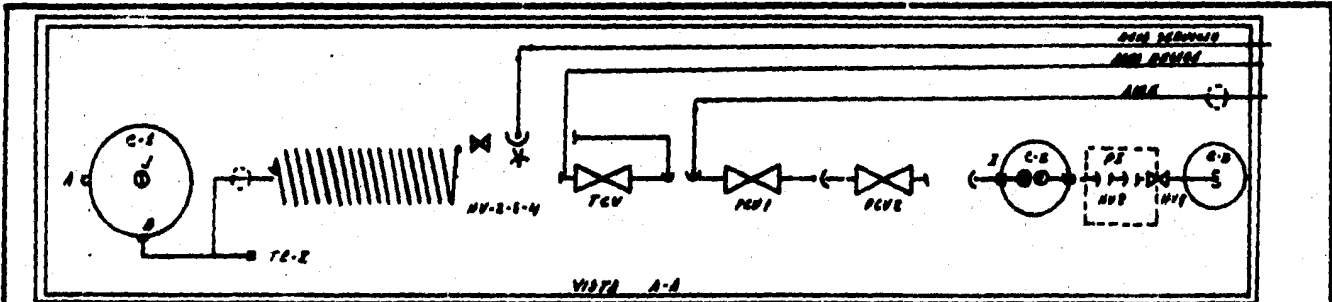
UNAM FESC

**LABORATORIO EXPERIMENTAL
 DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION
 Y CONTROL VISTA ISOMETRICA**

DIBUJO: RFZO. APROBO: ALR.

FECHA 8 SEPT. 85 HOJA: 19

FIG. 2



UNAM FESC
LABORATORIO EXPERIMENTAL
DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION
Y CONTROL
VISTA DE PLANTA
DIBUJO: R.F.Z.O. APROBO: AL.R.
FECHA 8 SEPT. 85 HOJA: 20

FIG. 3

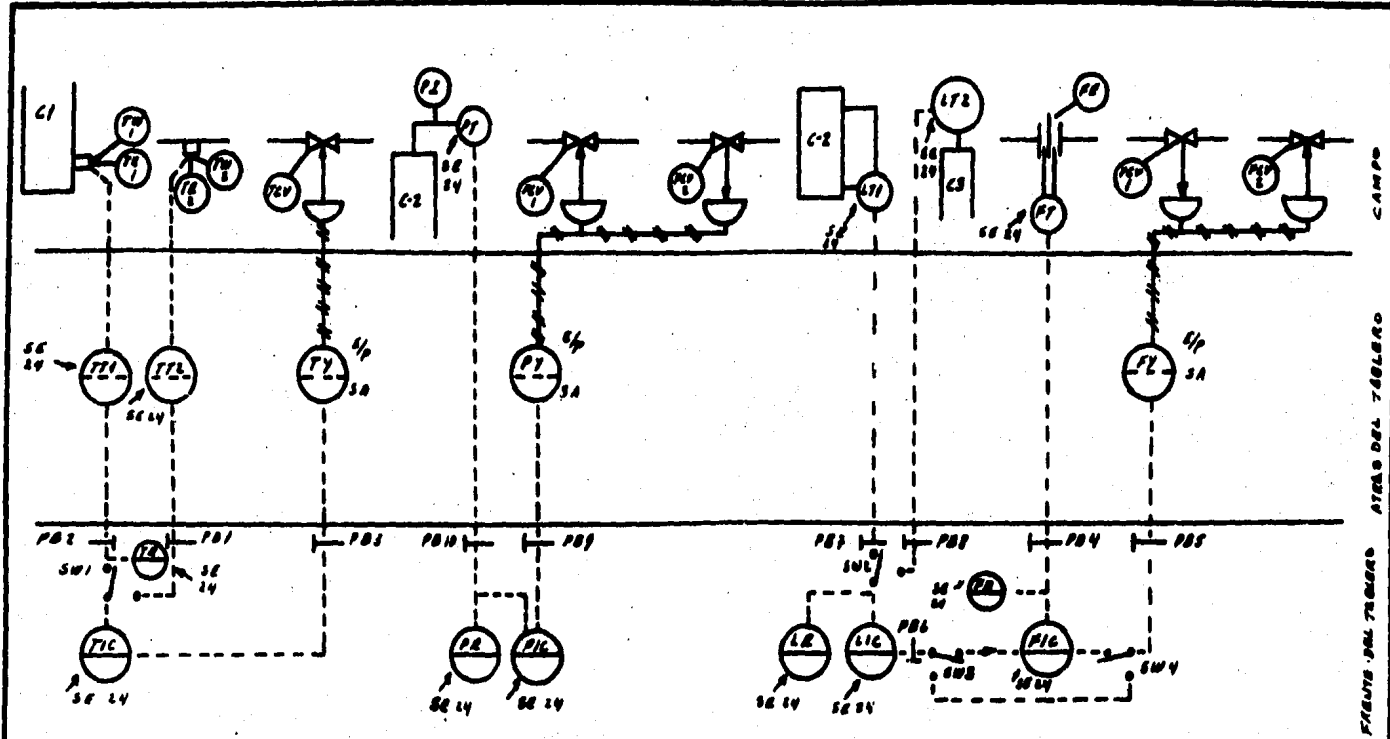


FIG. 4

| | |
|------------------------------|--|
| UNAM FESC | |
| LABORATORIO EXPERIMENTAL | |
| DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION | |
| Y CONTROL | |
| | |
| DIBUJO: RF.ZO. APROBO: AL.R. | |
| FECHA: 8 SEPT. 85 HOJA: 21 | |

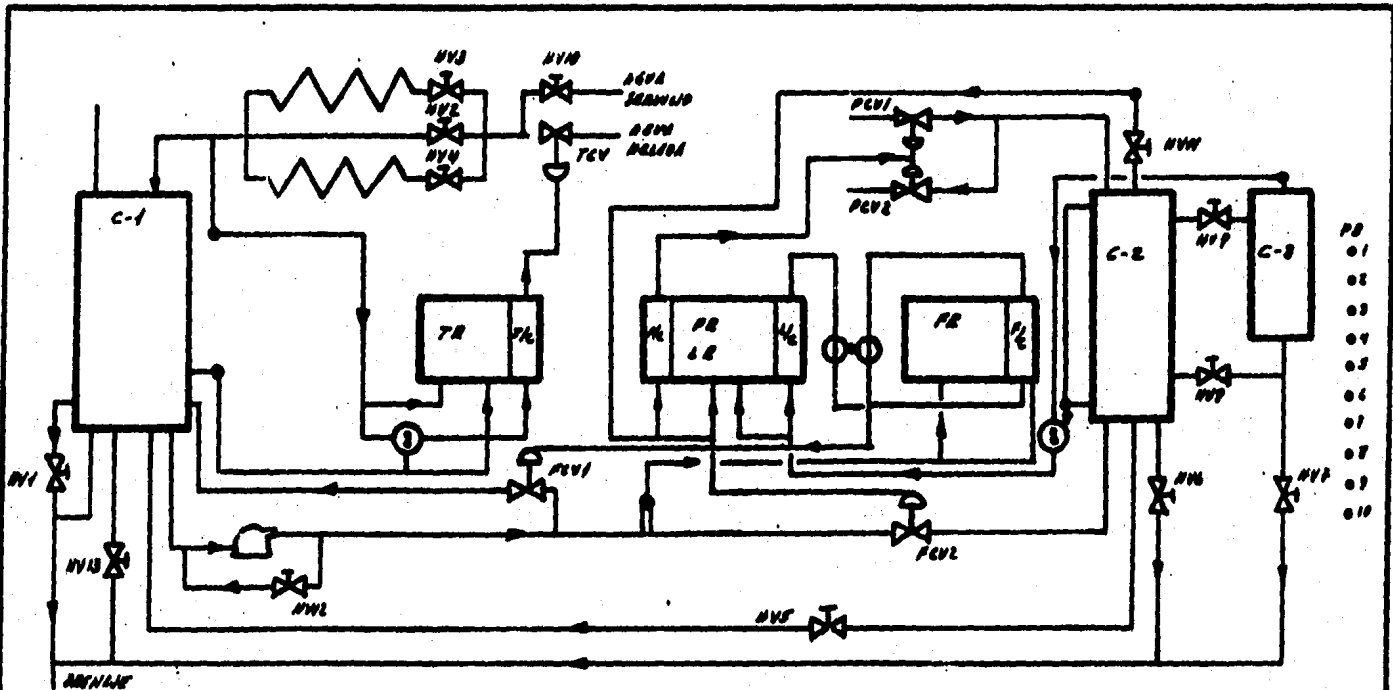


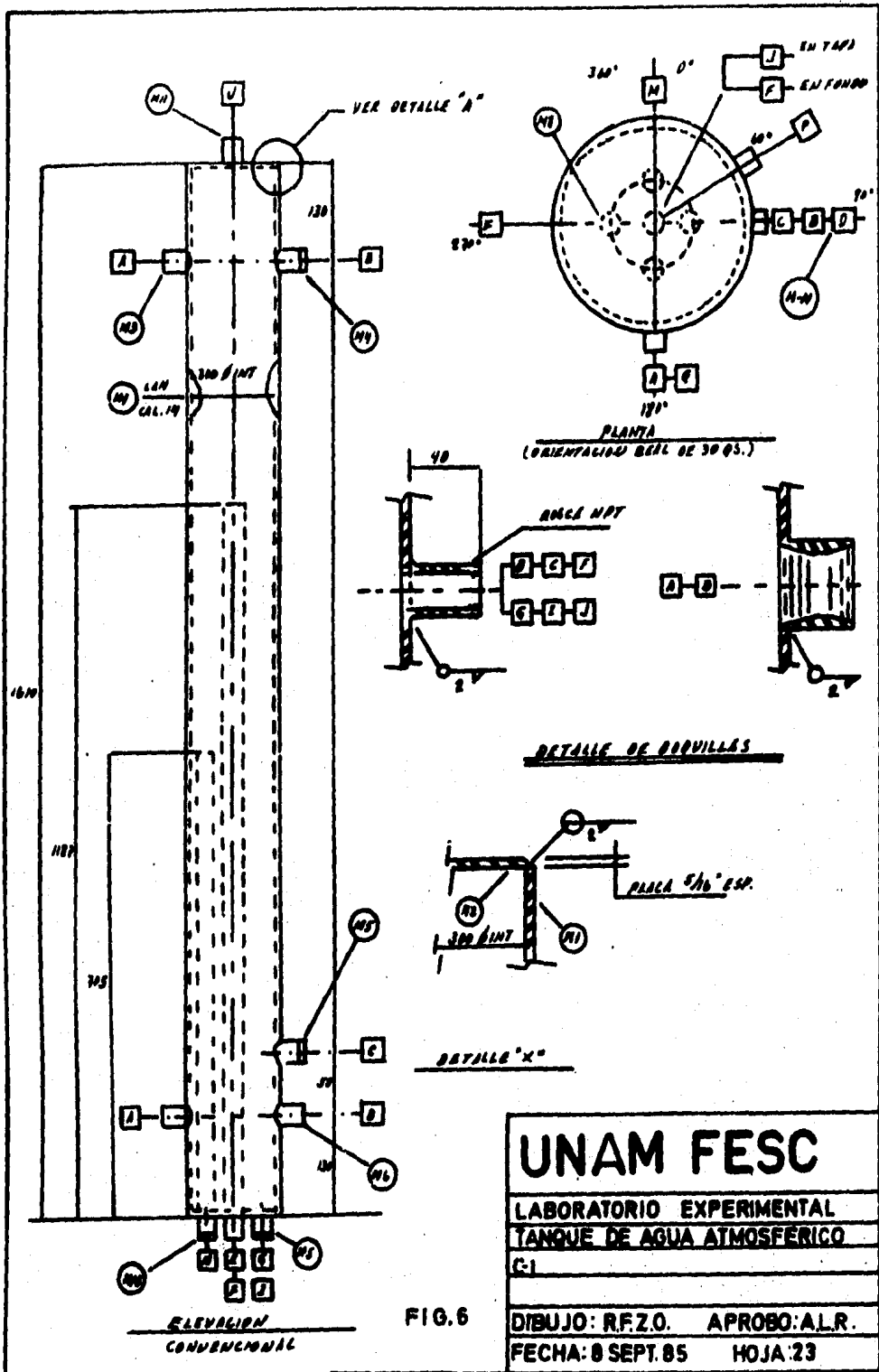
FIG. 5

UNAM FESC

LABORATORIO EXPERIMENTAL
 TABLERO DE INSTRUMENTOS
 Y CONTROL

DIBUJO: R.F.ZO. APROBADA R.

FECHA: 8 SEPT. 65 HOJA: 22



| | |
|----------------------------|----------------|
| UNAM FESC | |
| LABORATORIO EXPERIMENTAL | |
| TANQUE DE AGUA ATMOSFERICO | |
| C-1 | |
| DIBUJO: RF.ZO. | APROBO: A.L.R. |
| FECHA: 8 SEPT. 85 | HOJA: 23 |

TABLA DE BORNILLAS

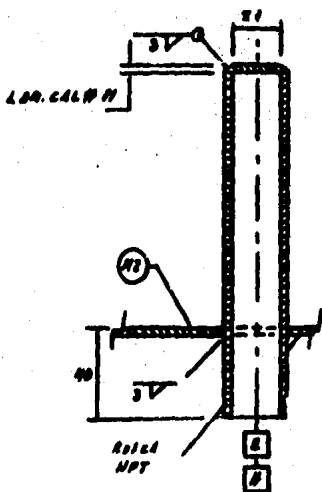
| MCA | TAM | M.M. | CUELLO | | | CND. | MATERIA | SERVICIO |
|-----|-----|-------|--------|-------|--------|------|---------|------------|
| | | | TIPO | BANDA | NORMAL | | | |
| A | 2 | 3/16" | - | - | - | 1000 | AE-316 | INDUSTRIAL |
| B | 1 | 3/16" | - | - | - | 90 | - | INDUSTRIAL |
| C | 1 | 3/16" | - | - | - | 90 | - | INDUSTRIAL |
| D | 1 | 3/16" | - | - | - | 1000 | - | INDUSTRIAL |
| E | 1 | 3/16" | - | - | - | 90 | - | INDUSTRIAL |
| F | 1 | 3/16" | - | - | - | 90 | - | INDUSTRIAL |
| G | 1 | 1" | - | - | - | 90 | - | INDUSTRIAL |
| H | 1 | 3/16" | - | - | - | 90 | - | INDUSTRIAL |
| I | 1 | 1/2" | - | - | - | 90 | - | INDUSTRIAL |
| J | 1 | 1/2" | - | - | - | 90 | - | INDUSTRIAL |

LISTA DE DISEÑO

PRESION DE DISEÑO
 TEMPERATURA DE DISEÑO
 PRESION DE OPERACION
 TEMPERATURA DE OPERACION
 MATERIAL DE PRUEBA HIDROSTATICA
 REGISTRO DE PRUEBA
 EFECTOS DE JUNTAS
 NUMERO DE PASOS
 ACERVO DE BORNILLAS
 CORROSION PERMISIBLE

LISTA DE PARTES

| Nº | CANT | MATERIAL | DESCRIP. | REMARKS |
|-----|------|----------------------|----------|------------------------|
| M1 | 1 | LEN. CAL. 141100-119 | AE-316 | ENVOLVENTE |
| M2 | 1 | FLAN. 2 1/2" 1500 | AE-316 | FLAN. |
| M3 | 1 | FLAN. 3" 1500 | AE-316 | BOQUILLA "A" |
| M4 | 1 | FLAN. 2 1/2" 1500 | AE-316 | BOQUILLA "B" |
| M5 | 1 | FLAN. 1 1/2" 1500 | AE-316 | BOQUILLA "C" |
| M6 | 1 | FLAN. 1 1/2" 1500 | AE-316 | BOQUILLA "D" |
| M7 | 1 | FLAN. 1 1/2" 1500 | AE-316 | BOQUILLA "E" |
| M8 | 1 | FLAN. 1 1/2" 1500 | AE-316 | BOQUILLA "F" |
| M9 | 1 | FLAN. 1 1/2" 1500 | AE-316 | BOQUILLA "G" |
| M10 | 1 | FLAN. 1 1/2" 1500 | AE-316 | BOQUILLA "H" |
| M11 | 1 | FLAN. 1 1/2" 1500 | AE-316 | BOQUILLA "I" |
| M12 | 1 | FLAN. 1 1/2" 1500 | AE-316 | BOQUILLA "J" |
| T1 | 1 | LEN. CAL. 141100-119 | AE-316 | SUP. PARA DE BORNILLAS |
| M13 | 1 | UNIDAD | AE-304 | DET. |



DETALLE DE BORNILLAS

NOTAS GENERALES

- NINGUNA BORNILLA DEBERA LLEVAR EN CONTACTO DE DIRECTO.
- SE RECOMIENDA (1) UNA UNIDAD
- PARA DETALLE DEL SOPORTE PARA FLAN. DE BORNILLAS VER PAG.

UNAM FESC

**LABORATORIO EXPERIMENTAL
TANQUE DE AGUA ANISOMERICO**

CI

DIBUJO: R.F.Z.O. APROBO: A.L.R.

FECHA: 9 SEPT. 85 HOJA: 2X

FIG. 6a

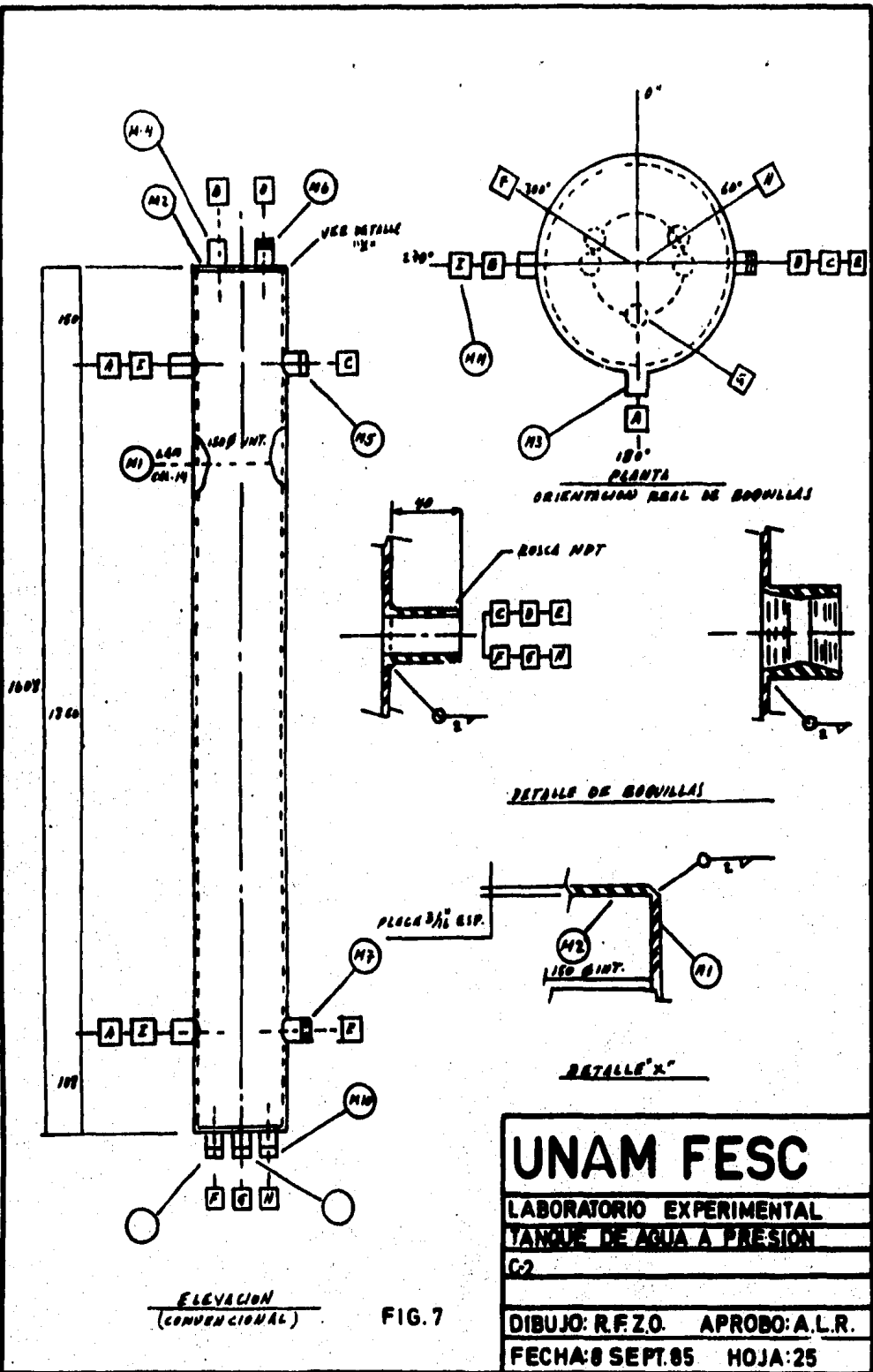


FIG. 7

| TABLA DE BORNILLAS | | | | | | | | |
|--------------------|-------|--------------|-------|--------|----------|--------|----------|-------------|
| MCA | CANT. | DIA. MCA. | BORDA | | | CUELLO | | DESCRIPCION |
| | | | TIPO | RANCHO | MATERIAL | CAD. | BOQUILLA | |
| A | 2 | 1/2" | - | - | - | 40 | AI-316 | BORNILLA |
| B | 1 | 1/2" | - | - | - | 40 | AI-316 | BORNILLA |
| C | 1 | 1/2" | - | - | - | 40 | AI-316 | BORNILLA |
| D | 1 | 1/2" | - | - | - | 40 | AI-316 | BORNILLA |
| E | 1 | 1/2" | - | - | - | 40 | AI-316 | BORNILLA |
| F | 1 | 1/2" | - | - | - | 40 | AI-316 | BORNILLA |
| G | 1 | 1/2" | - | - | - | 40 | AI-316 | BORNILLA |
| H | 1 | 1/2" | - | - | - | 40 | AI-316 | BORNILLA |
| I | 2 | 1/2" | - | - | - | 40 | AI-316 | BORNILLA |

DATOS DE DISEÑO

PRESION DE DISEÑO
 TEMPERATURA DE DISEÑO
 PRESION DE OPERACION
 TEMPERATURA DE OPERACION
 MATERIAL DE LA TUBERIA
 MATERIAL DE LAS JUNTAS
 MATERIAL DE LOS PIERES
 MATERIAL DE LOS BORNILLOS
 COEFICIENTE DE SEGURIDAD

LISTA DE PARTES

| No | CANT. | MATERIAL | DESCRIPCION |
|-----|-------|-------------------|-------------------------------|
| M1 | 1 | 1/2" CA. MHT-1500 | AI-316 BORNILLA |
| M2 | 2 | 1/2" CA. MHT-1500 | AI-316 TUBIA |
| M3 | 1 | 1/2" CA. MHT-1500 | AI-316 BORNILLA 3" |
| M4 | 1 | 1/2" CA. MHT-1500 | AI-316 BORNILLA 3" |
| M5 | 1 | 1/2" CA. MHT-1500 | AI-316 BORNILLA 3" |
| M6 | 1 | 1/2" CA. MHT-1500 | AI-316 BORNILLA 3" |
| M7 | 1 | 1/2" CA. MHT-1500 | AI-316 BORNILLA 3" |
| M8 | 1 | 1/2" CA. MHT-1500 | AI-316 BORNILLA 3" |
| M9 | 1 | 1/2" CA. MHT-1500 | AI-316 BORNILLA 3" |
| M10 | 1 | 1/2" CA. MHT-1500 | AI-316 BORNILLA 3" |
| M11 | 2 | 1/2" CA. MHT-1500 | AI-316 BORNILLA 3" |
| M12 | 1 | 1/2" CA. MHT-1500 | AI-316 SOP. A BORNILLOS DATOS |
| M13 | 1 | 1/2" CA. MHT-1500 | AI-304 PLACA DE DATOS |

DATOS GENERALES

- NINGUNA BORNILLA DEBEA CERRAR EN CARBONES DE ACTIVADA
- SE REQUIERE (1) VUELO UNIDAD
- PARA DETALLE DEL SOPORTE PARA PLACA DE DATOS VER FIG.

UNAM FESC

LABORATORIO EXPERIMENTAL

TANQUE DE AGUA A PRESION

C-2

DIBUJO: R.F.Z.O. APROBO: ALR.

FECHA: 8 SEPT. 65 HOJA: 26

FIG. 7a

DESCRIPCION DETALLADA DE LOS EQUIPOS

Los equipos de control, en algunos casos requieren registrar las variables, por lo tanto, esta planta posee registradores de Nivel, Flujo, Temperatura y Presión; ahora veremos la descripción de este instrumento.

3.1. REGISTRADOR

Los registradores más apropiados son los que operan a dos velocidades una lenta ya sea de 4 pulg/hr. y una alta velocidad de 4 pulg/min. La proporción de la respuesta de la planta de entrenamiento es mucho más alta que la de una instalación comercial, por lo tanto los registradores se arrancaran a alta velocidad para propósitos de operación, excepto el TT2.

3.1.1. CARACTERISTICAS

El registrador es un artículo electrónico, tamaño compacto, permite - cuatro o uno, dos o tres plumas en un paquete compacto, usa una gráfica rectilínea de 4" y un tipo de cartucho con sistema inyector, servo sistema-balance nulo.

3.1.2. OPERACION

El registrador es mostrado en el siguiente diagrama de bloques, el voltaje de entrada es comparado con el voltaje determinado por la posición del contacto móvil del retroalimentador y el voltaje de referencia. Cualquier error entre estos voltajes es amplificado en el amplificador servo y es usado para manejar el servo en una posición nueva. El servo coloca la pluma en una correcta posición y coloca el contacto móvil del retroalimentador para anular el error en la señal de salida. Estos balances nulifican el sistema hasta que la entrada cambie de nuevo.

3.1.3. ESPECIFICACIONES

NUMERO DE PLUMAS

2 (dos roja y azul)

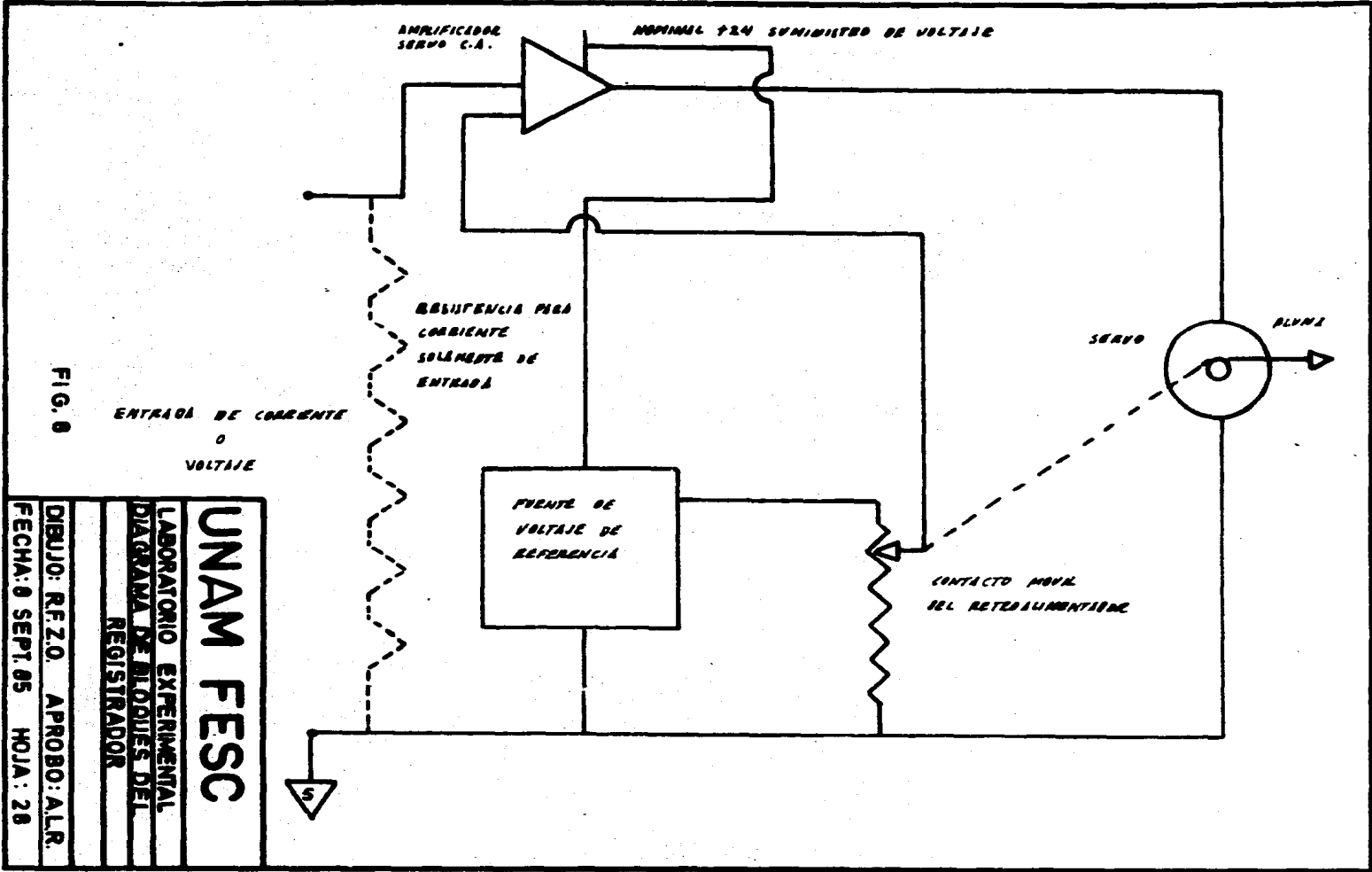


FIG. 8

UNAM FESC

LABORATORIO EXPERIMENTAL
 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL
 REGISTRADOR

DEJJO: R.F.ZO. APROBO: ALR.

FECHA: 8 SEPT. 85 HOLA: 28

SEÑAL DE ENTRADA PLUMA # 1 Y PLUMA # 2-

4-20 MA CD.

MANEJO DE LA GRAFICA-

Dual 4 pulg/min-4 pulg/hr 60 Hz.

Dual 4 pulg/min-4 pulg/hr 50 Hz.

ESPECIFICACIONES:

ENTRADA-

Corriente: 4-20 MA CD en 250 ohms

NUMERO DE PLUMAS-

1,2, o 3 plumas (roja, azul y verde respectivamente)

TIPO DE OPERACION-

Sistema servo-Balance nulo.

PRECISION-

+ 0.5% de la escala total o mas.

BANDA MUERTA-

0.3% de la escala total o mas

SENSIBILIDAD-

0.15% de la escala total o mas

AJUSTE A CERO-

Variable \pm 10%

RANGO DE AJUSTE-

Variable \pm 10%

TIEMPO DE RESPUESTA-

Menos que 3 seg. de la escala total-estandar.

HUMEDAD RELATIVA-

10 a 90% H.R. (40-100°F) (6.66-37.74°C) almacenado
de 5 a 95% H.R.

10 a 50% H.R. (40-120°F) (6.66-48.84°C)

TEMPERATURA AMBIENTE-

40 a 120°F (6.66-48.84°C)

TEMPERATURA DE ALMACENAJE-

-40 a 165°F (-39.96 + 73.815°C)

MANEJO DE LA GRAFICA-

Motor sinconous 24 Volt CA 50/60 Hz.

Estandar: 4 pult/hora y 4 pulg/min. (10.16 cm/hr. y
10.16 cm/min)

Opcional: 2 velocidades para manejar la carta (60 a
1 radio) interruptor.

encendido-apagado.

Separar la gráfica, en apagado

Manejar la gráfica en interruptor encendido-apagado.

Manejar la gráfica a 2 velocidades -60 a 1 radio

GRAFICA-

Gráfica de 4" (10.16 cm.)

ESCALA-

0-100 standar.

PLUMAS-

Tipo cartucho con plumas elevadas

ENERGIA REQUERIDA-

24 volt CA 50/60 Hz. 3 interruptores (manejo de la grafica.)

24.5 volt CD (corriente directa); 120 MA o 3 interruptores por pluma.

VARIACION DE LA ENERGIA.

24-28 volt CD en el rango de las especificaciones

22-28 volt CD extrema.

EFFECTO DE LA ENERGIA SUMINISTRADA

0.1% por variación de volt.

PESO-

10 Lb (4.54 kg.)

TAMAÑO-

4.4" ancho x 5" alto x 16" profundidad. (11.176 cm a ancho x 15.24 cm. de altura x 40.64 cm. de profundidad)

MONTAJE-

0 a 30° de horizontal.

ALARMAS-

No las hay.

3.1.4. Registrador de flujo.

El gasto de entrega de agua al tanque C2 indicado por el transmisor de flujo TF.

3.1.5. Registrador de nivel.

El nivel del agua en C2 es indicado por el LTI o el nivel del agua que en C3 es indicado por LT2.

3.1.6. Registrador de temperatura TR2

La temperatura del agua de entrada al C1 es indicado por el transmisor de temperatura TTI o por el voluén de agua en el tanque C1 indicado por transmisor de temperatura TT2.

3.1.7. Registrador de temperatura TR1

El registrador se puede emplear para varios propósitos. El registrador de temperatura es sensible por cualquiera de los transmisores TT1 y TT2 no alimenta información al controlador de temperatura TIC. Alternativamente esta unidad por la salida de línea de cualquier de los controladores, permitiendo así el registro simultaneo de la señal de entrada hacia el controlador y la correspondiente salida. Tales registros simultaneos permiten completar el análisis del funcionamiento de los controladores.

3.1.8. Registrador de Presión PT

La presión en el tanque C2 es transmitido por PT.

3.2. TRANSMISORES

A menudo se necesitan colocar los instrumentos de mediciones primarias a distancia considerable del controlador o del cuadro central de instrumentos, por consiguiente, se han ideado muchos métodos de transmisión, empleando procedimientos, neumáticos, hidráulicos y eléctricos. En este caso se usaran transmisores eléctricos, que convierten el impulso inicial en alguna clase de cantidad eléctrica, como potencial, intensidad o frecuencia.

3.2.1 TRANSMISOR DE PRESION ABSOLUTA Y MANOMETRICA (PT).

El transmisor de presión absoluta y manométrica tiene las conexiones de señales colocadas en la caja eléctrica en un compartamiento aparte. Pueden hacerse conexiones al remover la cubierta en el lado designado "lado terminal" en la etiqueta. Las conexiones superiores son las de las señales y las inferiores son las conexiones de pruebas o medidores. Las conexiones de prueba tienen la misma señal 4-20mACD (4-20 miliamperes de corriente directa), que las conexiones de señal que se usan con el medidor indicador opcional o para pruebas.

Una inversión accidental del alambre de la señal no dañara el transmisor. Después de la instalación, el transmisor mantendrá la calibración en $\pm 0.5\%$ para un mínimo de seis meses, si las condiciones del proceso incluye vibraciones. El radio de frecuencia de interferencia (RFI) no distorcionara la señal del transmisor.

3.2.1.a. Operación.

El diseño tiene ventajas de gran señal de capacitancia generada por una cantidad extremadamente pequeña de movimiento. Este nivel alto de señal simplifica la eléctrica. Porque el circuito amplificador tiene pocos componentes y opera a ganancias bajas, sobre todo este aumento rehabilita el transmisor.

La presión del proceso se aplica directamente al diagrama sensor con la posición del diafragma sensor detectado por la placa de capacitancia, (con una señal máxima de 0.02 pulg.) - (0.508 cm) produciendo un cambio proporcional en la señal es entonces convertida a una salida de dos-alambres de 4a20 mA CD.

3.2.1.b Especificaciones Funcionales.

SERVICIO-

Líquido, gas o vapor

RANGOS-

0 - 30 a 0 - 120 psi, 0 - 300 a 0 - 1200 psi
0 - 50 a 0 - 200 psi, 0 - 500 a 0 - 2000 psi
0 -150 a 0 - 600 psi, 0 -1500 a 0 - 6000 psi

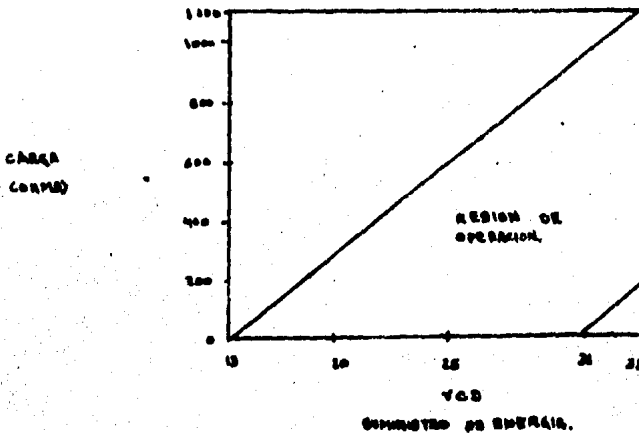
SALIDA-

De 4 a 20mA CD. Corriente limitada de 35 mA CD. máxima.

POTENCIA SUMINISTRADA-

La potencia externa de suministro requerida, es arriba de 35v. CD. El transmisor opera con 13v CD. sin carga.

LIMITACIONES DE CARGA-



Indicaciones: Escala de medición opcional con 1-3/4", 0-100%
La indicación de exactitud es $\pm 2.0\%$ de rango.

A PRUEBA DE EXPLOSION-

Con o sin medida integral.

INTRINSECAMENTE SEGUROS-

Chapa estandar a prueba de explosión FM

RANGO Y CERO-

Continuamente ajustable, internamente.

ELEVACION Y SUPRECION-

El cero puede ser suprimido arriba del 100% de medi-

ción calibrada pero el rango límite superior no puede excederse del máximo rango. El cero puede ser elevado para rangos compuestos que incluyen vacío completo.

TEMPERATURAS LIMITE-

- 20°F a +200°F operando el amplificador (-28°C a +93.24°C)
- 20°F a +220°F operando el elemento sensible (-28°C a +104.34°C)
- 60°F a +250°F almacenamiento (-51.06°C a 120.99°C)

LIMITE DE SOBREPRESIONES-

150% de rango máximo.

LIMITE DE HUMEDAD-

De cero a 100% H.R.

DESPLAZAMIENTO VOLUMETRICO-

Menos de 0.01 pulg. cubicas. (.0254 cm³)

TIEMPO DE GIRO-

2 segundos. No requiere calentamiento.

ESPECIFICACIONES DE EJECUSION-

PRECISION: \pm 5% de rango calibrado. Incluye efectos combinados de linealidad, Histeresis y repetibilidad.

ESTABILIDAD: \pm 0.5% de rango superior límite para 6 meses.

EFFECTOS DE TEMPERATURA: Efecto total incluyendo errores de rango y cero : \pm 1.0% del límite del rango superior, para 50°F desde -20F a + 200 F.

EFFECTOS DE SOBRE PRESION: \pm 0.5% del límite del rango superior
a 150% del rango máximo.

EFFECTO DE VIBRACION: \pm 0.05% del límite del rango superior por
cada g. para 200Hz en el eje axial.

EFFECTO DE SUMINISTRO DE ENERGIA: Menos de 0.005% por volt.

EFFECTOS DE CARGA: No hay efecto de carga excepto el cambio de -
la alimentación suplida al transmisor.

EFFECTO EN LA POSICION DE MONTAJE: Cambio de cero a 0.2 psi, el
cual puede ser calibrado afue
ra. No hay efecto en el pla-
no del diafragma. No hay efec
to de rango.

EFFECTO BAROMETRICO: La compensación no es hecha para variaciones
de presión barométrica.

3.2.2. TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL, (LT-1) TRANSMISOR DE NIVEL.

El transmisor de presión diferencial tiene precisión exacta para la medición del flujo, y nivel, calibrado para baja - presión vacío y gravedad específica. Sensor electrónico directo con elemento sensor de capacitancia variable, sellado completamente con el elemento Cell que permite mejorar la medición de la presión diferencial. Debido a la eliminación de la fuerza de transferencia mecánica, mejora subitamente la ejecución, los problemas de choque y son reducidas subitamente las vibraciones. La abrazadera de esfuerzos combinados aislados - en la cubierta del sensor impide la introducción de errores debido a esfuerzos y momentos tensores en las bridas de proceso y minimiza los efectos de presión lineal y sobre presión a 200 psi.

3.2.2.a. OPERACION

La presión del proceso es transmitida a través de los diafragmas aislados y la carga de aceite, para un sensor de diafragma en el centro del - cell. El sensor de diafragma es un resorte de extensión el cual es desviado en respuesta a la presión diferencial a través de esta. El desplazamiento del - sensor del diafragma, a un movimiento máximo de 0.004 pulg. -- (0.01012 cm), es proporcional a la presión diferencial. La posición del sensor de diafragma es detectado por un capacitor - de placas sobre ambos lados del sensor de diafragma. La capacitancia diferencial entre el sensor de diafragma y el capacitor de placas es convertido electrónicamente a una señal de doble-alambre de 4-20 mA CD y de 50 mA CD. (4-20 miliamperes de corriente directa y de 50 miliamperes de corriente directa).

3.2.2.b. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES:

RANGOS DE SERVICIO: Líquido, gas o vapor.

0-5/30 pulgadas de agua (0-0.12703/0.0762 kg./cm²)
0-25/150 pulgadas de agua (0-0.06351/0.38109 kg./cm²)
0-125/750 pulgadas de agua (0-0.3175/1.90547 kg./cm²)

SALIDAS: De 4-20 mA C.D. ó 10-50 mA C.D.

SUMINISTRO DE ENERGIA: El suministro de energía requerida es de:

4-20 mA C.D. El transistor opera de 12-45 V-C.D., -
sin carga de 10-50 mA C.D. El transmisor opera de
30-85 V. C.D. sin carga.

LIMITES DE CARGA: Ver fig. (9).

INDICACION: Contador opcional con escala de 1-3/4". Indica-
ción exacta de $\pm 2\%$.

RANGO Y CERO: Continuamente ajustable exteriormente.

ELEVACION DE CERO Y SUPRESION: La salida especificada sin im-
portancia, elevación de cero y supresión no deben
de ser parecidas a la medida ni al rango de valo-
res superiores o inferiores del 100% del rango lí-
mite superior.

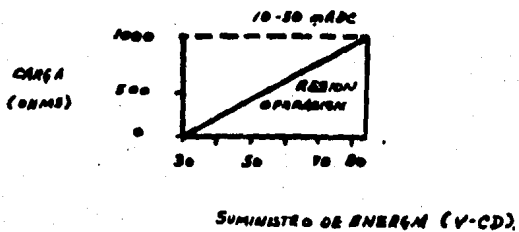
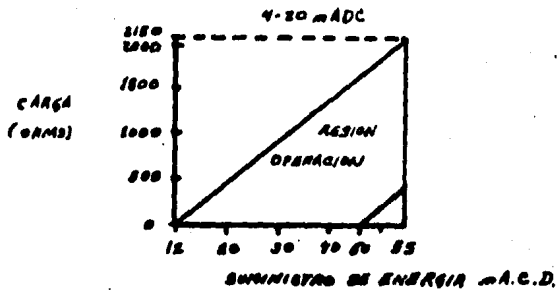
Elevación de cero o supresión máxima de 4-20 mA
C.D.: Medición calibrada del 600%. Supresión de
cero máximo: Medición calibrada del 500%.

La elevación de cero o supresión máxima de 10-50
mA C.D.: Medición calibrada de 150%.

LIMITES DE TEMPERATURA:

En operación el amplificador desde -20 F a +200 F. (-28°C
a + 93.24°C)

En operación el elemento del sensor desde -40F a 220 F --
(-39.96°C a 104.34°C) con carga de silicón.



UNAM FESC

LABORATORIO EXPERIMENTAL
LIMITACIONES DE CARGA

FIG. 9

DIBUJO: R.F.Z.O. APROBO: A.L.R.

FECHA: 8 SEPT. 65 HOJA: 40

Almacenado desde -60F a 250F (-51.06°C a 120.99°C)

LIMITES DE PRESION ESTATICA Y SOBRE PRESION:

De 0 psia a 2000 psig (0 kg/cm² a 140.616 kg/cm²) en los lados exteriores daña al transmisor. Dentro de las especificaciones de operación en la línea de presión estática de ½ psia y 2000 (140.616 kg/cm²) psig para transmisores de silicón aceite y en la atmosférica y 2000 psig (140.616 kg/cm²) para transmisores de fluorolube. A prueba de presiones de 10,000 psig. (703.08 kg/cm²) en las bridas.

LIMITES DE HUMEDAD:

De 0-100 % R.H.

DESPLAZAMIENTO VOLUMETRICO:

Menor de 0.01 pulgadas cubicas (0.0254 cm²)

HUMEDAD:

De 4-20 mA C.D.: Para tiempo constante es continuamente ajustable entre 0.2 y 1.67 segundos con carga de silicón.

Carga de fluorolube: Tiempo constante alto.

TIEMPO DE ENCENDIDO:

De dos segundos. No requiere calentamiento.

ESPECIFICACIONES DE EJECUCION:

PRESICION:

± 2% de medida calibrada. Incluye efectos combinados de linealidad, histéresis y de repetición.

LINEARILIDAD:

\pm 0.1% de medida calibrada.

HISTERISIS:

0.05% de medida calibrada (0.1% para rango 5 o rango 3 con fluorolube).

REPETICION:

0.5% de medida calibrada (0.1% para rango 3 con fluorolube).

APAGADO FIJO:

Ninguno.

ESTABILIDAD:

\pm 2% del rango límite superior para seis meses.

EFECTO DE TEMPERATURA:

MEDIDA MAXIMA: (e.g. de 0-150" de agua para ra de 0-25/150" de agua).

ERROR DE CERO: \pm 0.5% de medida para 100 F

Efecto total incluyendo errores de medida y -
cero: $\pm 1.0\%$ de medida para 100 F.

NOTA: Problema de efecto para rango 3 especificado por el código.

MEDIDA MINIMA: (e.g. de 0-25" de agua para rango de 0-25/150" de agua).

ERROR DE CERO: $\pm 3.0\%$ de medida para 100F. Efecto total incluyendo errores de medida y cero: $\pm 3.5\%$ de medida para 100 F.

EFFECTO DE PRESION ESTATICA:

ERROR DE CERO: $\pm 25\%$ del rango límite superior para 2000 psi ($\pm 0.5\%$ para rango 3).

ERROR DE MEDIDA: Para transmisores con silicón aceite $\pm 0.5\%$ de lectura para 100 psi ($\pm 0.5\%$ para rango 3). Este es un error sistemático el cual puede ser calibrado en el exterior para una presión particular antes de instalarlo.

EFFECTO DE VIBRACION:

$\pm 0.05\%$ del rango límite superior para "g" a 200 Hz, en un eje.

EFFECTO DE ENERGIA SUMINISTRADA: Menor de 0.005% de medida exterior por volt.

EFFECTO DE CARGA: Sin efecto de carga de manera que hay cambio en la energía suministrada para el transmisor.

EFFECTO DE POSICION DE MONTAJE: Giro arriba de cero a 1" de agua el cual puede ser calibrado afuera. Sin efecto de carga. Sin efecto de carga en el diafragma.

3.2.3. TRANSMISOR DE NIVEL (LT-2)

El transmisor es montado en alguno de los sensores de nivel presión, flujo etc., que tenga una posición rotatoria de salida. El transmisor convierte el sensor en una corriente de salida, la cual es usada en el control electrónico de la caja de instrumentos. La caja a prueba de explosiones alberga al transmisor. Los ajustes de rango y cero están localizados en el exterior de la caja a prueba de explosiones para permitir la calibración del transmisor cuando este está localizado en una posición arriesgada.

El transmisor tiene una tapa atornillable removible para permitir el acceso a los circuitos electrónicos localizados en dos circuitos impresos de cableado; un tablero de entrada y uno de salida.

La tablilla de entrada contiene un circuito filtro amortigua los efectos de turbulencia del proceso de nivel. El filtro amortigua los efectos de turbulencia del proceso en las aplicaciones de la medida de nivel.

El circuito de salida pone la corriente de salida del transmisor a un rango cualquiera de 4 a 20 mA o de 10 a 50 mA. El rango de la corriente de salida es marcado en el tablero de salida y en la cubierta del transmisor. El cambio de rango del transmisor es realizado cambiando el enchufe del tablero de salida con una marca con el rango deseado de corriente de salida.

NOTA: Si el rango de la corriente es cambiado, seguramente va a cambiar el rango en la tapa del transmisor.

El conector de inversa facilita al transmisor para actuar inversa o directamente. Las letras "A" y "B" están en los extremos opuestos del conector, y el conector es orientado de una de las letras hacia lo alto del transmisor para producir la acción deseada.

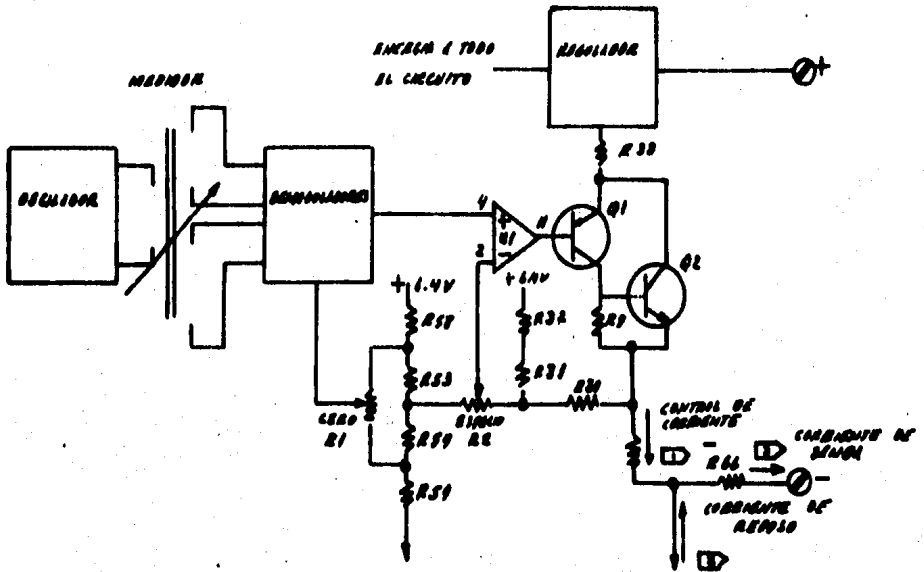
3.2.3.a. DESCRIPCION DE OPERACION:

Diagrama de bloques de descripción:

Referirse al diagrama de bloques de la figura (11).

Con una corriente de 13.5 a 90 volts. C.D. aplicados en entre las terminales (+) y (-), el transmisor genera una corriente de salida proporcional a la posición de la llave giratoria de corriente de entrada. La placa giratoria posiciona a la -- placa en un transformador variable-acoplable llamado Medidor.

Como la placa vieja de su mínima a máxima posición (causada por 4.4 grados de giros de entrada), el transformador acopla variaciones de un límite a otro.



NOTAS: - \square DE 1.4 A 10.4 mA PARA
 YA 20mA RANGO DE SALIDA 0.5
 A 40.8 mA PARA 10 u. 60 mA
 RANGO DE SALIDA \square

| | |
|--------------------------------|--|
| UNAM FESC | |
| LABORATORIO EXPERIMENTAL | |
| DIAGRAMA SIMPLIFICADO DEL | |
| TRANSMISOR | |
| DIBUJO: R.F.ZO. APROBO: A.L.R. | |
| FECHA: 8 SEPT.85 HOJA: 46 | |

FIG. 10

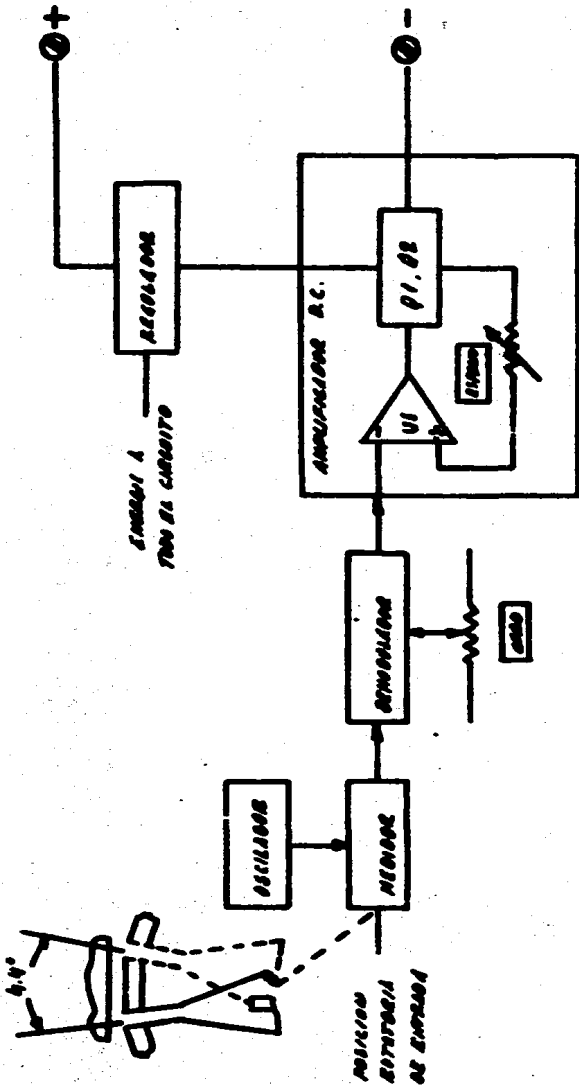


FIG. 11

| | |
|------------------------------------|----------|
| UNAM FESC | |
| LABORATORIO EXPERIMENTAL | |
| DIAGRAMA DE BLOQUES DEL TRANSMISOR | |
| | |
| DIBUO: R.F.Z.O. APROBO: A.L.R. | |
| FECHA: 8 SEPT. 85 | HOJA: 47 |

3.2.4. TRANSMISOR DE FLUJO (FT), (DE PRESION DIFERENCIAL CON EXTRACCION DE RAIZ CUADRADA)

3.2.4.a. DESCRIPCION: El transmisor de presión diferencial - con extracción de raíz cuadrada es típicamente usado para medidas de flujo de gas o líquido. El transmisor mide la caída de presión causada por la corriente que pasa por la placa de orificio o algún instrumento similar. El valor medido es convertido de 4-20 mA C.D. proporcional a la señal de flujo de materia (A_p). El transmisor convierte la salida de una - señal lineal para entradas abajo del 4% (20% de flujo).

Esta estabilidad provee un ajuste a-cero, mientras que se mantiene una alta precisión en el rango de calibración del flujo.

3.2.4.b. OPERACION: Los diafragmas sensibles a la presión están localizados en la caja de procesos como se muestra en - la figura (12).

La presión diferencial a través de estos diafragmas, -- cuando es aplicada hidráulicamente para el interior y el exterior de un elemento capsular intercambiable, crea una fuerza, la cual causa un movimiento y una deflexión tensando la viga. Esa deflexión causa un cambio en la resistencia de - las dos piernas del semi-conductor inorgánicamente endosado tensando el instrumento.

Los instrumentos son electrónicamente conectados a la - tablilla compensadora en la parte superior de la cubierta, los cuales compensan eléctricamente para errores de temperatura del instrumento tensado. La señal compensada es entonces amplificada para una señal de doble alambre de 4-20 mA.

La base del amplificador de la tablilla y la tablilla de la función de la raíz cuadrada trabaja como un transportador para amplificar la señal compensada y convertir a esta en - una señal de doble alambre de 4-20mA. que es proporcional al flujo.

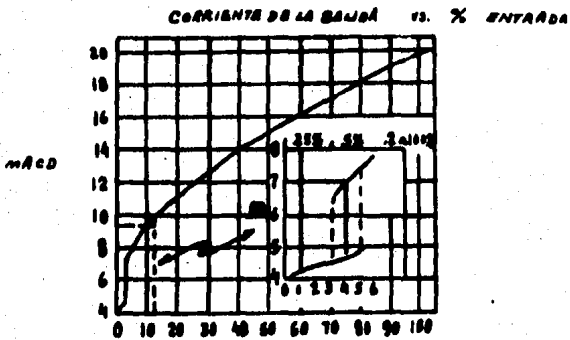
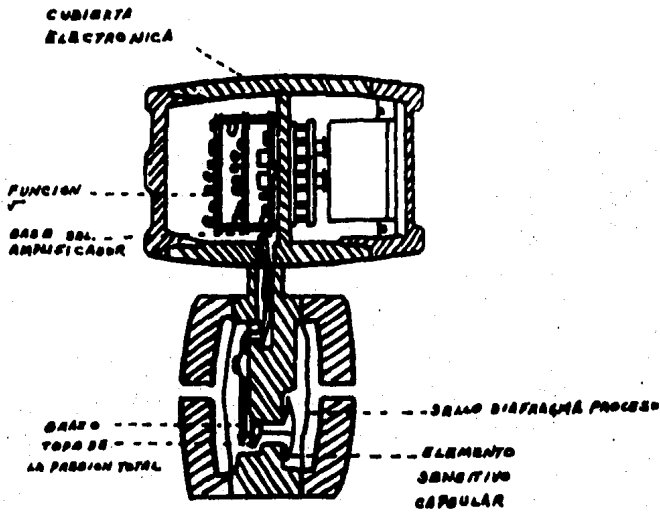


FIG. 12

| | |
|--------------------------|----------------|
| UNAM FESC | |
| LABORATORIO EXPERIMENTAL | |
| TRANSMISOR DE FLUIDO | |
| | |
| DIBUJO: R.F.Z.O. | APROBO: A.L.R. |
| FECHA: 8 SEPT. 85 | HOJA: 49 |

3.2.4.c. ESPECIFICACIONES:

PRESICION: Rango de presición $\pm 0.2\%$ desde un 25 a un 100% de flujo. (de 6 a 100% de presión diferencial de entrada).

RANGO DE CALIBRADO: $\pm 0.25\%$ desde 0 a 3% de presión diferencial de entrada. (referida a la línea de salida).

RANGO DE CALIBRADO: $\pm 0.5\%$ abajo del switch de la raíz cuadrada para el 6% de entrada (referida al flujo). Inclusive efectos combinados de histéresis, repetibilidad y conformitividad para la función de la raíz cuadrada.

BANDA MUERTA: Menor que $\pm 0.01\%$ del rango.

ESTABILIDAD: (6 meses).

$\pm 0.25\%$ arriba del rango límite.

EFFECTOS DE PRESION ESTATICA: Efecto total 0-0.25% de entrada arriba del rango límite.

Para rango 2, 1500 psi

Para rango 3, 4, y 5, 2000 psi.

0.15% arriba del rango límite.

Para rango 6, 1350 psi.

0.1% arriba del rango límite. Para 200 psi - por Kynar.

Efecto total del 6-100% de entrada.

0.5% arriba del rango límite.

Para rango 2, 1500 psi.

Para rango 3, 4 y 5, 2000 psi.

0.3% arriba del rango límite

Para rango 6, 1350 psi.

0.2% arriba del rango límite

Para rango Kymar, 200 psi.

EFFECTO DE SOBREPRESION: $\pm 0.25\%$ arriba del rango límite para 2000 psi.

EFFECTOS DE SIMINISTRO DE ENERGIA: Menor que 0.1% de la escala total de salida para 10V de cambio.

EFFECTOS DE CARGA: Menor que 0.1% de la escala total de salida para 500 ohm de cambio.

LIMITE DE CORRIENTE: Corriente máxima de salida 30 mA.

EFFECTOS DE POSICION DE MONTAJE: $\pm 25\%$ del rango límite máximo.
 $\pm 5\%$ de rotación para la posición normal de operación
($\pm 1.0\%$ para rango 2)

NOTA: Ningun efecto de la posición puede ser calibrado afuera.

ESTABILIDAD CERO: Ver precisión y figura 1.

3.2.4.d. ESPECIFICACIONES DE SALIDA:

CARACTERISTICAS DE SALIDA:

| RANGO DE ENTRADA | FUNCION DE SALIDA |
|---|------------------------|
| 0-3% entrada (0-17% flujo) | Líneal |
| De 3 a 6% entrada (17-25% flujo) | Líneal o raíz cuadrada |
| De 6 a 100% entrada (25 al 100% entrada) | Raíz cuadrada (flujo) |

Líneas para el punto de switch de raíz cuadrada.

4% $\pm 1\%$ para el rango de calibración.

3.2.4.e. ESPECIFICACIONES DE SU FUNCION:

SERVICIO: Líquido, gas o vapor.

RANGOS DE ENTRADA: 0-3" a 0-20" de agua Rango 2
0-20" a 0-120" de agua Rango 3
0-120 a 0-720" de agua Rango 4
0-25" a 0-150" de agua Rango 5
0-150 a 0-900" de agua Rango 6

SUMINISTRO DE VOLTAJE: 24 VCD Nominal.

Mínimo 12 VDC. 20 mA

Máximo 43 VDC.

SALIDA: Doble alambre eléctrico

420 mA C.D. proporcional a AP. ver fig. 1
límites de carga ver fig. 2.

INDICACION LOCAL: Integral opcional 0-100% de medida análoga -
2% de precisión del indicador.

RANGO DE AJUSTE: De 6 a 1 vuelta.

Ajuste interno burdo

Ajuste externo fino

AJUSTE A CERO: \pm 15% ajuste a cero U.R.L

\pm 35% ajuste a cero L.R.L.

Ajuste interno burdo

Ajuste externo fino.

REGULACION: Regulación de ajuste electrónico;

De 0.25 a 1.5 segundos en el rango máximo

El tiempo constante varia inversamente con el rango.

En el rango mínimo, el tiempo constante en el rango máximo -
será menor de 9 segundos.

LIMITES DE PRESION ESTATICA: Para rango 2, 1500 psi.

Para rangos 3, 4 y 5, 2000 psi.

Para rango 6, 1350 psi.

Para rangos 3, 4 y 5, 6000 psi opcional.

Para rangos Kynar 2, 3, 4, y 5, 200 psi.

LIMITES DE SOBRE PRESION: Aplena velocidad estática sobre cada -
lado.

DESPLAZAMIENTO VOLUMETRICO: Para rango 2, 0.2 pulg. cúbicas máxi
mo para rangos 2,3,4 y 5, 0.01 pulg. cúbicas.

ESPECIFICACIONES DEL MEDIO AMBIENTE:

LIMITES DE TEMPERATURA: Temperatura en operación; de -29° C a 93° C
(-20° F a 200° F).

Temperatura de almacenaje; -40° C a 100° C (-40° F
a 212° F)

EFFECTOS DE TEMPERATURA:

Coefficientes Máximos;

0% de entrada = \pm 0.75% arriba del rango límite
para 55° C (100° F)

6% a 100% de entrada = 1.5% arriba del rango lími
te para 55° C (100° F)

LIMITES DE HUMEDAD: Cubierta electrónica en el lugar al 100% de -
humedad relativa.

Cubierta electrónica del 15-95% de humedad relativa sin con-
densar.

EFFECTO EN LA POSICION DE MONTAJE: \pm 25% del rango límite máximo.
 \pm 5% de rotación de la posición normal de operación
(\pm 1.0% Rango 2).

NOTA: Ningún efecto en la posición de montaje puede ser calibrado
afuera.

EFFECTOS DE VIBRACION: Menor que 1.0% arriba del rango límite -
para 0.5 g. en un eje axial desde 10 a 500 Hz.

3.2.5. TRANSMISOR DE TEMPERATURA (TT-1 y TT-2)

La temperatura es un factor importante en los procesos químicos ya que muchas propiedades de las sustancias que intervienen en ellos son vitalmente afectadas por está.

Hay dos clases generales de dispositivos que se emplean para medir temperaturas:

- 1).- Aquellos que dependen de cambio físicos de un sólido, un líquido o un gas.
- 2).- Los que dependen de fenómenos eléctricos.

Estos últimos incluyen los termopares eléctricos, los termómetros de resistencia, los pirómetros de radiación y los pirómetros ópticos.

Los instrumentos termoelectrónicos utilizan la alteración de ciertas características eléctricas para indicar las variaciones de temperatura. Estos se componen de tres partes fundamentales.

- 1).- Elemento primario.
- 2).- Medios transmisores.
- 3).- Elemento receptor.

Los termopares eléctricos son los elementos termoelectrónicos más importantes para medir tanto temperaturas elevadas como las muy inferiores a la atmosférica y así como las comprendidas entre límites moderados.

Un termopar consiste en dos alambres metálicos de diferentes metales unidos por un extremo fig. (13), al que se llama junta caliente. Cuando cambia la temperatura de la junta soldada, mientras que los extremos libres o terminales se mantienen a una temperatura conocida, se genera un potencial eléctrico en el sistema que se manifiesta en las terminales.

3.2.5.a. DESCRIPCIONES:

Los transmisores de temperatura aceptan los estándares industriales de termopares; J, K, T, E o R, como dispositivos primarios de medida de temperatura.

El transmisor mide los milivolts de salida del termopar y aplica una corrección de referencia de junta fría.

La salida es una corriente proporcional de 4-20mA a la entrada corregida en milivolts. El transmisor funciona sobre un amplio rango de calibraciones.

Los cambios en los rangos pueden hacerse en campo usando el procedimiento de calibración descrito en el instructivo. Todos los transmisores están aislados en la entrada y salida y tienen un termopar soldado fuera de detección.

Los transmisores de temperatura TC utilizan un conjunto de tres circuitos impresos. Los transmisores están disponibles en dos modelos cerrados: Una unidad montada en un panel con una envoltura de lámina metálica; y unidad montada en campo la cual utiliza un recipiente electrónico a prueba de explosiones.

3.2.5.b. PRINCIPIOS DE OPERACION:

Los transmisores de temperatura TT son de 4-20mA., 2 alambres dispuestos los cuales tienen bajo nivel de entrada en milivolts - desde un termopar y una señal de salida proporcional a la temperatura medida el transmisor consiste de 3 bloques funcionales principales fig. (14).

Estos son la etapa de entrada, una etapa lógica y una etapa de salida.

La etapa de salida contiene un convertidor analógico digital de 12 BIT (DAC). Un amplificador de salida ajustado a cero y a rangos y un transistor controlador de salida.

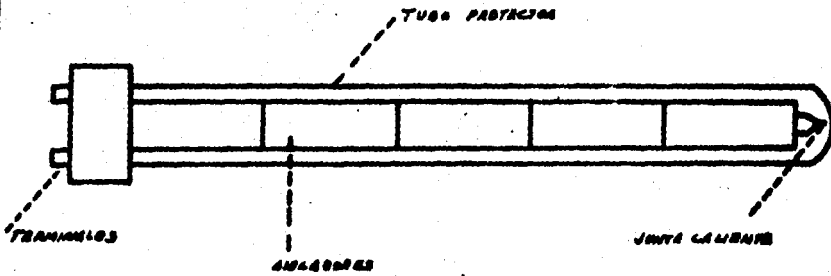


FIG. 13

| | |
|--------------------------|----------------|
| UNAM FESC | |
| LABORATORIO EXPERIMENTAL | |
| TERMOPAR | |
| | |
| DIBUJO: R.F.ZO. | APROBO: A.L.R. |
| FECHA: 8 SEPT. 85 | HOJA: 57 |

El amplificador de salida contiene ajustadores precisos a - -
cero y a rangos y es usado para controlar el transistor de salida
para obtener una salida de 4-20 mA. proporcional a la temperatura.

La etapa de entrada consiste en un divisor de voltaje de ma
lla de reajuste, fijador de precisión para voltaje de referencia,
termopar sensor de temperatura ambiente, multiplicador de entrada
amplificador y un convertidor de frecuencia de voltaje (VCO).

La entrada lógica contiene un contador de período, micro-com
putador y swtches ajustadores de función, así como un filtro.

Los transmisores de temperatura utilizan tecnología micro- -
computalizada CMOS. Para proporcionar acondicionamiento de señal
y para realizar la aplicabilidad y precisión de transmisor.

La medición que llega autiliza un divisor de voltaje de pre
sición conteniendo dos resistores de precisión conocida y el ter
mopar sesor. El voltaje a través de los resistores (2) es conver
tido sucesivamente a una señal digital con un voltaje proporci
nal a la frecuencia convertida. Un tercer voltaje generado por
el termopar de salida impuesto sobre un resistor también conver
tido. Un cuarto voltaje es medido y corresponde a la temperatu
ra ambiente. Los cuatro voltajes son usados entonces por la mi
cro-computadora para calcular el voltaje de entrada proporciona
do por el termopar y para determinar la temperatura ambiente de
la envoltura electrónica.

3.2.5. c. ESPECIFICACIONES.

Especificaciones de las funciones;

De los diferentes tipos de entrada del termopar, J, K, T, E, R (ANSI MC96.1 1982).

RANGO DE AJUSTE:

| TIPO DE ENTRADA. | MILIVOLTS | TEMPERATURA |
|------------------|-----------|---------------|
| J | 5 a 41.6 | 100 a 740° C |
| K | 5 a 52.4 | 125 a 1300° C |
| T | 5 a 20.9 | 115 a 400° C |
| E | 6.3 a 75 | 100 a 980° C |
| R | 5 a 20.8 | 550 a 1750° C |

Ajuste interno rudo (switches)

Ajuste externo fino (potenciómetro)

Ajuste a cero:

| TIPO DE ENTRADA | 0°C REFERENCIA MILIVOLTS | TEMPERATURA |
|-----------------|--------------------------|--------------|
| J | -2.43 a 14.6 mv | -50 a 270°C |
| K | -1.89 a 13.4 mv | -50 a 330° C |
| T | -1.82 a 9.29 mv | -50 a 200°C |
| E | -2.78 a 18.7 mv | -50 a 270°C |
| R | -0.29 a 4.48 mv | -50 a 500°C |

Detección de la salida del termopar soldado

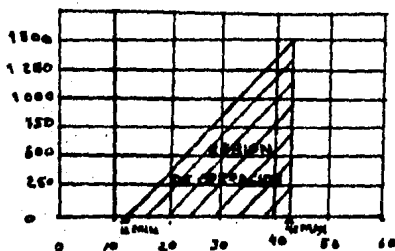
Ajustar el switches arriba o abajo de la escala.

SUMINISTRO DE ENERGIA:

24 v. C.D. nominal, 43 v. C.D. máxima.

El transmisor requiere 13v. C.D. mínima sin carga.

CARGA
(CORRIENTE)



SUMINISTRO DE VOLTAJE
(V. Constante Dividido).

Figura (A) Carga Vs Suministro

Límites de temperatura Ambiente.

Operando: -30 a 80°

Almacenado: - 40 a 100°C

Humedad:

2408 - 46 a: 0-100% Humedad Relativa
(en lugar cubierto)

2408 - 45 a: 15-95% Humedad Relativa

Salida:

4-20 ma. cd. (límite de la corriente a 25 ma. cd.
máxima)

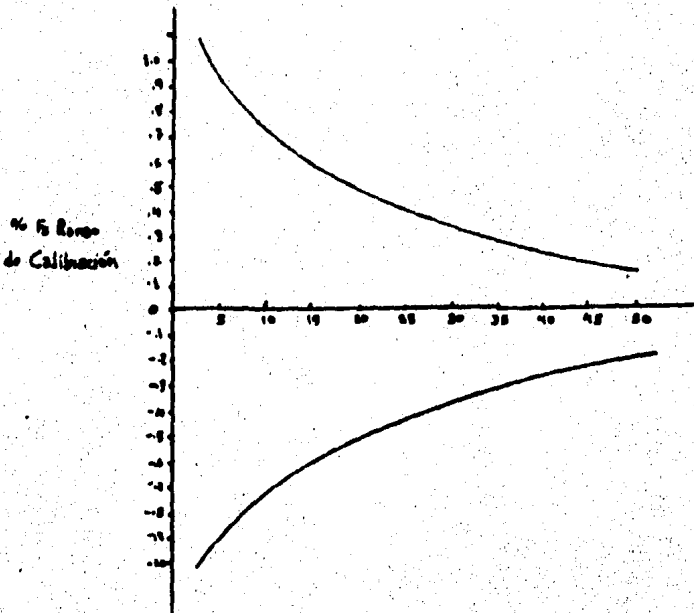
Proporcional a la temperatura
Dos alambres electrónicos
(Tipo y Clase 2L; en conformidad
con ISA, STD 50.1 - 1975)

ESPECIFICACIONES DEL FUNCIONAMIENTO

PRESICION:

(No incluye error en el sensor).

$\pm 0.1\%$ calibrado el rango o ± 0.05 mV - -
la cual es siempre larga (atemp. ambiente
constante). Incluye la combinación de --
efectos como linealidad, histéresis y re-
petibilidad.



**Fig. (B) Errores permisibles
vs. Rango de Calibración.**

Resolución

0.02% Rango de Calibración (LSB)

Efectos de la Resistencia de Termopar:

2 μ V error en la entrada por ohm del alambre
conexión de la resistencia.

Estabilidad:

Menor que $\pm 0.04\%$ de URL/MRS a temp. amb. -
constante a la entrada.

Efecto de suministro de energía:

Menor que $\pm 0.05\%$ del rango de calibración -
por 10 volts.

Efecto de Temperatura Ambiente:

$\pm 0.01\%$ Rango de calibración por $^{\circ}$ C.

b).- Cambio Total:

$\pm 0.03\%$ rango de calibración por $^{\circ}$ C

c).- Error por Empalme con línea fría.

De -30 a 0° C $\pm 4^{\circ}$ C.

De 0 a 80° C $\pm 1.0^{\circ}$ C

Efectos de Vibración:

De 15 Hz a 5000.5 g. en cualquier eje no afecta.

Efecto EMI:

Menor que 4% de URL, de 20 a 500 MHz en campo
de fuerza de 10v/m.

Especificaciones Físicas:

Cubierta electrica: Envuelto por una hoja de metal de acabado epóxico.

Conexiones Eléctricas: Con tornillo integrado en las terminales de las salidas y conexiones del sensor.

3.2.6. INTRODUCCION A VALVULAS DE CONTROL

(FCV1, FCV2, PCV1, PCV2, TCV1).

3.2.6.a. GENERALIDADES:

A través de la Historia de su crecimiento, la industria de proceso ha dependido de las válvulas de control. Para servirle sin falla las 24 horas del día, año tras año, con un mínimo de atención y mantenimiento.

Tomemos en cuenta que en todos los procesos industriales modernos, los elementos finales de control puede ser considerados, - los músculos de un sistema de control automático, dado que los mismos proporcionan la energía necesaria para mantener su función de control de fluido a partir de un bajo nivel de energía proveniente de un mecanismo que puede ser neumático, eléctrico, mecánico, etc.

Hemos dicho paradójicamente que estos elementos de los - sistemas de control son los que reciben menos atención, a pesar de estar sujetos a severas condiciones de temperatura, presión, corrosión y contaminación que otros componentes, sin embargo -- cumple satisfactoriamente su función de manipulación de las variables de proceso que pueden ser presión, temperatura o nivel principalmente.

De acuerdo a sus características de diseño la cantidad de componentes es variable en un elemento final de control. Considerando la complejidad de los mismos se dividen en:

- a) Reguladores Automáticos Autocontenidos
- b) Reguladores Automáticos Operados por - piloto.
- c) Válvulas automáticas con actuador de - diafragma operada por piloto.

Fundamentalmente, una válvula de control está constituida por el cuerpo y el actuados. El fluido pasa a través del cuerpo y obstaculizando por una apertura variable, entre una parte móvil llamada tapón y otra fija llamada asiento. El tapón esta unido al actuador por un vástago que se desliza a través de un bonete localizado en el cuerpo de la válvula y sujeto a las mismas condiciones de presión y temperatura pero puede ser de tipo plano o de extensión.

El bonete de extensión se usa cuando las condiciones de temperatura del proceso son extremas y también existen sellos de fuelle y se usan para prevenir las fugas al rededor del vástago del tapón de la válvula.

En esta parte de la válvula están contenidos los empaques que sellan contra el vástago, capacitándolo para abrir y cerrar la válvula sin permitir fugas del fluido de proceso y finalmente es el actuador el que produce el movimiento del tapón, dependiendo de la señal de control recibida.

Generalmente el actuador recibe una señal de 3-15 lb/pulg² y la convierte mediante una diafragma o en ocasiones con un pistón en una fuerza como resultado del producto de la presión por el área del diafragma. Esta fuerza se transmite a través del vástago del actuador y del vástago de la válvula la cual origina un movimiento descendente del tapón para obturar de ese modo el asiento.

A la fuerza ejercida por el diafragma, se opone el resorte y además la fuerza ocasionada por la presión del fluido ejercida sobre el area del orificio, de tal manera que se debe de disponer de suficiente fuerza en el actuador para poder operar la válvula correctamente. Al disminuir la presión en la señal del diafragma o fallar el aire de operación, el resorte que se encontraba comprimido se expande y mueve el tapón de la válvula hasta su posición original.

FIGURA DE LA VALVULA No. 15

El actuador de diafragma es el mas empleado aún cuando se trate de instrumenación electrónica, en este caso se utiliza - un convertidor de corriente eléctrica a presión.

Existen varias configuraciones en cuanto al cuerpo de las válvulas de control cuya selección depende de las condiciones- de operación y de las características del fluido entre otras - cosas.

Las válvulas con cuerpo tipo globo son las mas comunes y pioneras de control, actualmente una variación en este tipo de válvulas es "El tapón guiando en la caja" el cual viene a evolucionar el diseño.

No obstante que la válvulas de globo es la más usada, existen también en el Mercado válvulas de mariposa, bola, tapón, - rotatorio excéntrico, ángulo, tres vías y una amplia variedad de tipo más especializados.

Existen tres importantes aspectos en las válvulas de control y son:

- . Capacidad
- . Característica
- . Rangeabilidad

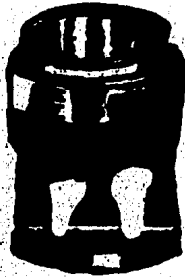
La Capacidad.- Es comunmente indicada como "Cv" que se define como el número de galones (U.s) por minuto de agua a - 60° F que fluirá a través de la válvula con una caída de presión (AP) del psi., con una presión de entrada y a un % de carrera establecidos.

La Característica.- Es la relación del cambio en la apertura de la válvula al cambio de flujo a través de la válvula. Las características mas comunmente usadas son; Igual porcenta je, Líneal y apertura rápida.

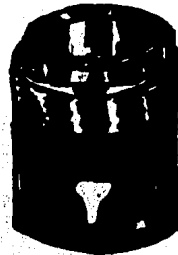
Las distintas relaciones entre el porcentaje de flujo y la -
apertura se logran mediante la forma dada al tapón y al asiento
en su maquinado así como también la caja o guía del tapón la -
cual nos proporciona la característica.



TAPON DE
APERTURA
RAPIDA



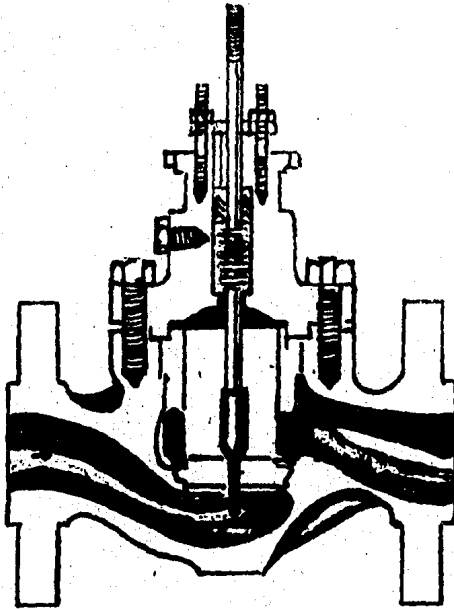
TAPON
LINEAL



TAPON DE CUAL
PORCENTAJE.

3.2.6.b. VALVULAS TIPO GLOBO.

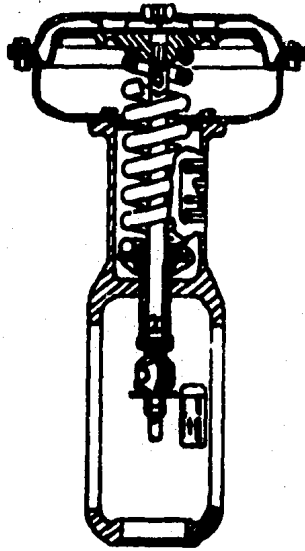
Las válvulas tipo globo son las mas utilizadas, estan cons
tridas fundamentalmente por el cuerpo que guia el fluido y so
tienen el asiento un tapón de movimiento lognitudinal que permi
te el mayor o menor paso de fluido al separarse del asiento. A
la pareja formada por el asiento y el tapón se le llama Puerto.



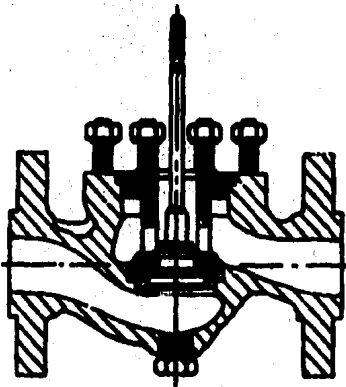
Válvula de globo de puerto sencillo fig.(C)

Las válvulas de asiento sencillo se usan generalmente cuando se requiere cierre hermético, su desventaja es que necesitan de una fuerza muy grande en el actuador para ser operadas por lo que comúnmente se usan tamaños chicos.

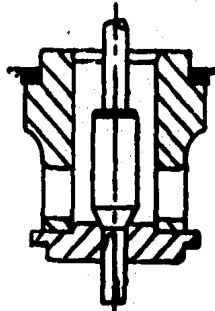
Las válvulas se encuentran en el simulador con conexiones roscadas. Estas conexiones son bastante comunes en válvulas pequeñas hasta 2" y son más económicas que con extremos brindados. Las roscas son usualmente especificadas "Hembra NPT" (en el cuerpo) y "Macho" (en la tubería).



ACTUADOR



CUERPO DE LA VALVULA



MICRO FLUTE

FIG. 15

UNAM FESC

LABORATORIO EXPERIMENTAL
326 C COMPONENTES DE UNA
VALVULA DE GLOBO

DIBUJO: R.F.Z.O. APROBO: A.L.R.

FECHA: 8 SEPT. 05 HOJA: 70

3.2.6.d. PARTES INTERNAS DE UNA VALVULA DE CONTROL

Una vez que se ilustro los principales tipos de cuerpos - veremos ahora los interiores de una válvula.

El tapón tiene una función muy importante ya que además de ser el elemento obturador que restringe el paso del fluido, el tipo de control depende de la forma que tenga el tapón.

Existen muchos estilos de taponés, los cuales se seleccionan de acuerdo con el proceso a controlar, el tipo de fluido y el tipo de control que se aplique.

La forma de los taponés determina su característica de flujo y esta se define como la relación entre el gasto de la válvula a la carrera. La carrera de la válvula es la distancia que debe recorrer el tapón para llegar a sus dos posiciones extremas de totalmente abierta a totalmente cerrada.

Las válvulas que se encuentran en el simulador tienen taponés de tipo micro-flute; Estos taponés tienen características de igual porcentaje, en la cual, a iguales implementos de carrera, dará iguales porcentajes de cambios de flujo, o sea al cambio de el flujo al cambiar la carrera será siempre proporcional al flujo que había antes de ocurrir el cambio. A esta característica también se le llama semilogarítmica pues al graficar en papel semilogarítmico, da siempre una línea recta.

Los taponés micro-flute se usan para tamaños chicos en orificios hasta de $\frac{1}{8}$ " para flujos pequeños.

El actuador es la fuerza o "Motor" el cual acciona la válvula.

El actuador de tipo diafragma es el mas utilizado, el mas económico proporciona un amplio rango de fuerza para vencer las

diferentes presiones de desbalance, utiliza suministros de 20# y/o 35# máximo. Acción de falla integrado, pero también tiene algunas desventajas como son: para altas presiones no logra vencer las fuerzas de desbalance. Sólo carreras máximas de - 3".

El posicionador es parte de los accesorios que conforman una válvula.

POSICIONADOR

- 1.- Rango dividido.
- 2.- Amplificar la señal de salida del controlador.
- 3.- Mejor control y estabilizar más rápidamente después de un cambio de carga, cuando largos tramos del controlador son involucrados

En loops de nivel, presión, flujo se recomienda el posicionador o el Booster. En procesos rápidos se recomienda el - booster, en lentos el posicionador; si se tiene duda, en el - sistema no afecta gran cosa el uso de uno o de otro.

Se usa booster para incrementar un tiempo de cierre; generalmente de actuadores de carrera larga.

Importante el suministro al booster debe ser igual a la - señal del elemento final de control, sea actuador de diafragma Máx. 40 psig., actuador de piston Máx. 150 psig.

TRANSDUCTOR

Cuando tenemos de señal de entrada eléctrica y requerimos - para otra válvula una señal neumática, suministraremos un transductor.

La entrada puede ser 1-5 mA CD, 4-20 mA CD o rango dividida a 3-15#, 6-30#.

FILTRO REGULADOR

Para disminuir la presión de suministro de los instrumentos, a veces se usa gas para suministro y en conjunto con el la reducción se realiza de 700# hasta las 20# necesarias del suministro.

Siendo el posicionador de uso más frecuente, detallamos su principio de operación, guía y uso.

PRINCIPIOS DE OPERACION.

Acción Directa

Aire de operación se suministra a un relevador con orificios o restrucción fija; el diámetro es menor que el de la boquilla; así que el aire puede salir mas rápido de lo que se alimenta cuando la palometa no esta cerrado la boquilla.

Cuando la presión al instrumento aumenta, el fuelle se expande y mueve "the beam", la viga pivotea la palometa y cierra la boquilla. La presión a la boquilla aumenta y mueve el ensamble de diafragma del relevador para abrir la presión de suministro. La presión al diafragma aumenta moviendo el vástago actuador hacia abajo. El movimiento del vástago es retroalimentado a la viga por una leva lo cual ocasiona que la palometa se aleje un poco de la boquilla. La presión de la boquilla disminuye y la presión en el relevador se cierra para provenir incrementos en presión de salida.

El posicionador está en equilibrio y una mayor presión causa una nueva posición de la palometa y una nueva posición del vástago.

Cuando la presión del instrumento decrece al fuelle se contrae (ayudado por el resorte de rango) para mover la viga y pivotea para alejar ligeramente la palometa de la boquilla

la presión en la boquilla disminuye y a través de la operación del relevador, la válvula de descarga del relevador se abre para liberar la presión del diafragma a la atmosfera; permitiendo al vástago del actuador moverse hacia arriba. - El movimiento se retroalimenta a la viga por la leva para re-posicionar la viga y la palometa. Cuando se obtiene el equilibrio la válvula de descarga cierra para prevenir que la presión en el diafragma disminuya.

CAPITULO 4

4.0 CONTROLADOR

4.1.- DESCRIPCION

El controlador automático-manual-remoto, esta hecho para aplicaciones donde es controlado ya sea local o ajuste remoto, el cual nos provee una barra frontal para cuando se esta operando manualmente, la salida se controla presionando esta, si presionamos en la parte de arriba la salida incrementa, mientras que si presionamos la parte de abajo se decrementará. Cuando la operación se encuentra en la forma de local/la variable del proceso se controla con el valor del punto de ajuste señalado en la escala. Finalmente, cuando es operado en la forma remota/la variable del proceso se controla por el punto de ajuste remoto.

CARACTERISTICAS:

El controlador trabaja principalmente, comparando la señal de la variable del proceso de 1-5 volts con el ajuste de voltaje (SP) del mismo rango. Así como dure la señal (PV), esta se igualara con el voltaje (SP), la diferencia de error es efectivamente cero y una no corrección es aplicable a la salida: La PV debere desviarse hacia arriba o abajo del punto de ajuste, el voltaje de error desarrollado es simulado por el controlador hasta que la entrada sea restablecida.

CONTROL AUTONATICO Y REMOTO

El diagrama de bloques del controlador se muestra en la fig. (16) esencialmente, el controlador esta compuesto de un amplificador restador (ICI) y un amplificador aumentador - - - (Q4, IC2, Q9). Cuando el interruptor se encuentra en la posición de auto y el interruptor del punto de ajuste esta en la posición local, como se muestra, las dos señales PV y el voltag

je del punto de ajuste local, son aplicados oponiéndose a las entradas del amplificador restador.

El modo de ganancia es desarrollada en esta etapa, alimentando una porción de la salida del restador a la entrada del mismo. El potenciómetro R15 de ajuste de control de ganancia, controla la cantidad de retroalimentación y por lo tanto nos determina la ganancia. Un interruptor inverso directo a la entrada del restador nos permite las señales inversas del PV y SP (punto de ajuste) para activar las señales deseadas.

La señal subsecuente de error actúa en la forma de ganancia de la siguiente forma:

SALIDA DEL RESTADOR = (PV-LSP) x GAIN

PV = VARIABLE DEL PROCESO

SP = PUNTO DE AJUSTE DEL VOLTAJE.

GAIN = GANANCIA DEL AMPLIFICADOR RESTADOR.

Un modelo con el método derivador nos incluye un circuito con un amplificador de alta ganancia, un potenciómetro de ajuste y un interruptor de encendido y apagado. Las entradas al amplificador son las señales de (PV) con un voltaje de referencia a 12 volts, la corrección derivadora es desarrollada por una red R-C en el patrón de retroalimentación del amplificador. Cuando ocurre un cambio en PV el capacitor C13 cargará o se cargará a través del R50 generando a la salida del amplificador una señal con una duración proporcional a la constante del tiempo de la red R-C. Una vez que el PV se haya reestablecido, el balance de salida del amplificador y su salida será efectivamente cero.

Una corrección para una sobrecarga es aplicada al restador - como sigue:

$$\text{SALIDA DEL RESTADOR} = \frac{-}{+} \left(\text{PV} + \frac{d(\text{PV})}{dt} - \text{SP} \right) \times \text{GAIN}$$

DONDE:

$$\frac{d(\text{PV})}{dt} = \text{RELACION DE CAMBIO DE PV}$$

Si el interruptor se coloca en la posición RMT, el punto de ajuste remoto de voltaje alimentara al amplificador restador. Sin embargo el PV compara la señal al punto de ajuste de 1-5 volts. y la función completa del restador permanecera sin cambio.

El interruptor aumentador nos introducira la forma de - integración Ajustado el potenciómetro R2, el ajuste integral afecta el tiempo de carga del capacitor C3 y entonces influenciara la cantidad de salida de la respuesta, para un cambio de una señal de error. La salida compuesta del controlador - sera equivalente a:

$$\text{SALIDA DEL CONTROLADOR} = \left(\frac{+}{-} \left(\text{PV} + \frac{d(\text{PV})}{dt} - \text{SP} \right) \times \text{GAIN} \right) +$$

(1+TIEMPO INTEGRAL)

NOTA: La expresión siguiente se suprime de la formula de arriba para modelos sin la expresión derivativa.

$$\frac{d(\text{PV})}{dt}$$

La etapa acopladora Q6 nos provee una señal doble de - 4-20 ma y 1-5 volts de corriente en la salida, la cual es comun a la alimentación de 24V. También consta de una salida -

medida, para marcar el nivel de la misma. La salida de voltaje se suma para proveer una señal retroalimentada para el integrador, manteniendo una carga a través del capacitor de memoria equivalente al nivel de salida.

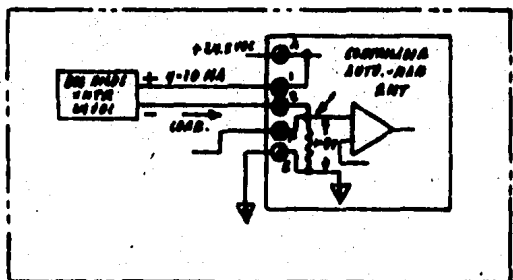
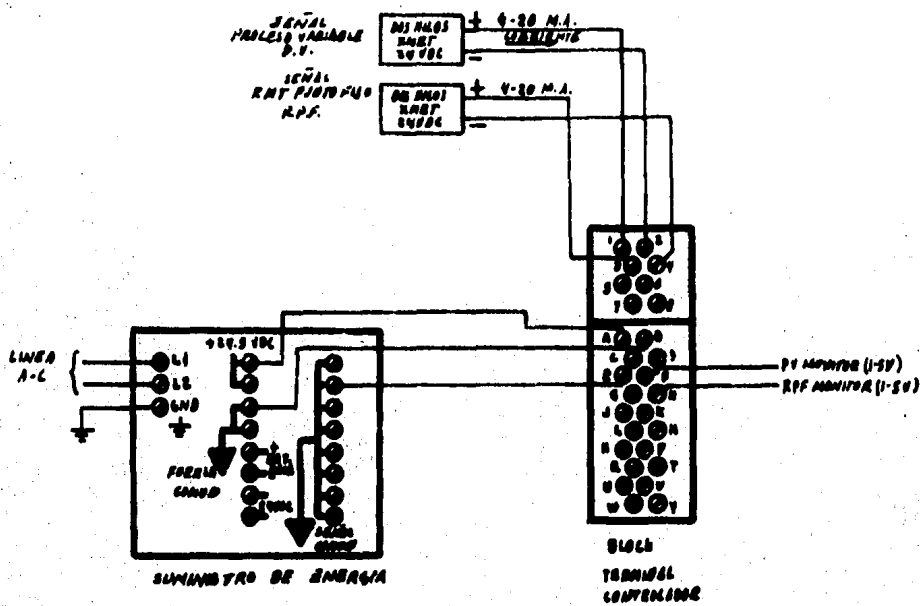
CONTROL MANUAL

Cuando el interruptor de transferencia es colocado en MAN, el controlador es puesto en la configuración de la fig. (17) por el relevador KI. Así como, la señal de error es desconectada del integrador aumentador y del integrador ésta es convertida a un amplificador de ganancia unitaria (Q4, IC2 y Q6). Al mismo tiempo, el capacitor de memoria es conectado a través de la entrada del amplificador de ganancia unitaria por lo que capacitor es cargado previamente, al nivel de salida, y el controlador continuara proviendo la misma salida sin interrupciones.

Mientras que si permanece en la forma MAN, un lado del capacitor integrador (C3) se interconecta a la salida del - amplificador restador. Este arreglo, nos deja al capacitor integrar en condiciones del nivel de la señal de error. Auto fig. (18), el amplificador aumentador nos escalonara la nueva salida a la relación integral.

La barra de controles del circuito a través de C4 nos activa el operador para el control del proceso manual cuando el controlador este en la forma MAN. Esencialmente, la barra esta compuesta de 4 interruptores secuenciales que nos permiten que C4 se cargue a través del punto común o tierra. La relación de carga y descarga es gobernada por la cantidad de los interruptores resistivos conectados en serie con el - capacitor, mientras que el nivel de carga es gobernado por - la cantidad de tiempo en que la barra de control este presio nada.

El nivel de salida manual es también leído en el indica
dor de salida.



ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL CIRCUITO DE RETARDO
 PUNTO FARMAC
 (RPF DE ENTRADA ES SUWIK)

| | |
|---------------------------------|--|
| UNAM FESC | |
| LABORATORIO EXPERIMENTAL | |
| SUMINISTRO DE ENERGIA PARA | |
| LOS INSTRUMENTOS | |
| DIBUJO: R.F.Z.O. APROBO: A.L.R. | |
| FECHA: 8 SEPT. 65 HOJA: 82 | |

FIG. 18

4.2. INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE LAZO ABIERTO Y DE LAZO CERRADO.

Los sistemas de control se pueden clasificar en dos grandes tipos: Los de lazo abierto y lazo cerrado.

Existen una marcada diferencia entre ambos tipos: la principal radica en que los sistemas de lazo cerrado utilizan en el proceso alguna forma de retroalimentación y los sistemas de lazo abierto no lo hacen así.

Un sistema de control de lazo cerrado es aquel en el que la señal de salida tiene efecto directo sobre la acción de control.

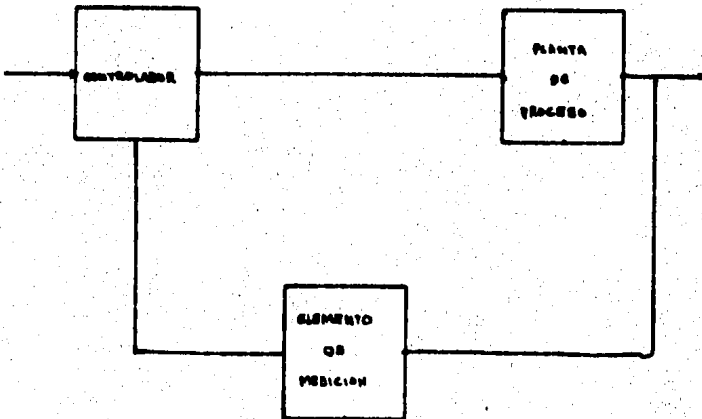


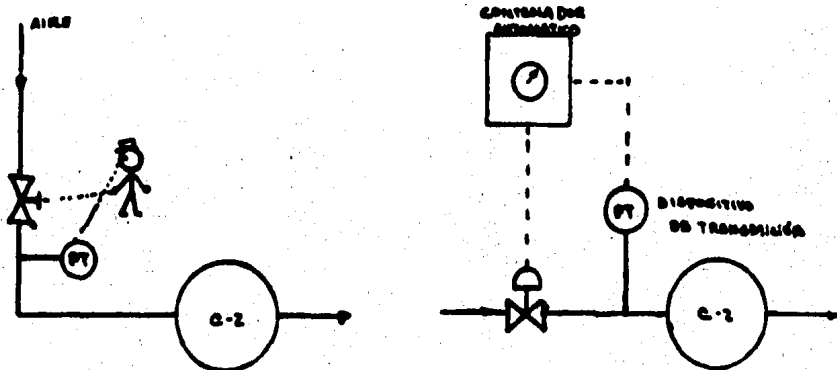
DIAGRAMA h.

A esta operación es a la que se le conoce con el nombre de retroalimentación.

La señal de error actuante, que es la diferencia entre la señal de entrada y la de retroalimentación (que puede ser la señal de salida o una función de la señal de salida de 4-20ma) -

entra al detector o controlador de manera que reduzca el error y lleve el sistema al valor deseado (SET POINT). La fig. anterior muestra la relación entrada-salida de un sistema de control de lazo cerrado. A una fig. como esta se le conoce con el nombre de diagrama de bloques.

Para ilustrar este concepto se considera un sistema simple de control de presión mostrado en la fig. siguiente:



DIAGRAMA

Aquí actúa un ser humano con controlador, su intención es, mantener la presión del aire a un valor determinado. El manómetro instalado en la tubería de entrada del aire indica la presión efectiva (variable controlada). Esta presión es a la que se encuentra el sistema.

Si el operador observa el momento y descubre que la presión es superior a la deseada, reduce la entrada de aire cerrando la válvula para bajar esa presión. Es bien posible que la presión llegue ahora a ser excesivamente baja, en cuyo caso hara falta repetir la secuencia de operaciones en sentido contrario.

Esta relación de control esta basada en la operación en - lazo cerrado, para la retroalimentación de entrada (presión del aire) y comparación con la entrada de referencia, por lo que la acción de control, tiene lugar a través de los actos del - operador; este es un sistema de control de lazo cerrado manual.

Si se usa un controlador automático en reemplazo del operador humano como se ve en la fig., anterior el sistema de control se vuelve automático de lazo cerrado, la posición dial - del controlador automático fija la presión deseada. La entrada de la presión efectiva del aire detectada por el dispositivo de medición de presión, es comparada con la presión deseada para generar una señal de error que active corrigiendo.

La señal de error producida en el controlador es amplificador y la salida del controlador es enviada a la válvula de control para modificar la apertura del actuador de la misma, a modo de corregir la presión que tiene el aire, si no hay error no hace falta modificar el apertura de la válvula.

En el sistema considerado aquí, las variaciones de presión del aire pueden considerarse importantes ya que afecta el proceso.

Los sistemas de retroalimentación automática y manual citados anteriormente operan en forma similar. Los ojos del - operador construyen el analogo del dispositivo de medición de - error, su mente, la del controlador automático y sus músculos el analogo del elemento actuante.

Claro esta que el control de un sistema complejo por un - operador humano resulta eficaz, debido a las muchas interrup-- ciones entre las diversas variables. Notese que aun en un sig- tema simple un detector automático elimina cualquier error hu- mano de operación. Si se necesita control de alta precisión, el control debe ser automático.

Sistemas de control de lazo abierto.- Los sistemas de - control de lazo abierto son sistemas de control en los que la salida no tiene efecto sobre la acción del control, es decir, - en un sistema de control de lazo abierto de salida ni se mide - ni se retroalimenta para comparación con la entrada. La fig. - siguiente muestra la relación entrada-salida de tal sistema: .

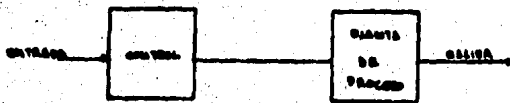


FIGURA 1.

En este caso como no se compara la salida con la entrada de referencia, sucede que para cada entrada de referencia co-- rresponde una condición de operación fijada. Así la exactitud del sistema depende de la calibración (los sistemas de lazo - abierto deben ser cuidadosamente calibrados y para que sean - útiles deben mantener esa calibración). En presencia de per - turbaciones, un sistema de control de lazo abierto no cumple - su función asignada. En la practica sólo se puede usar el con- trol de lazo abierto si la relación entre la entrada y la sali- da es conocida y si no hay perturbaciones ni internas ni exter- nas. Notese que cualquier sistema de control que funciona so- bre una base de tiempo es de lazo abierto. Por ejemplo: El - control de tráfico por señales acentuadas en función de tiempos es un caso típico de control de lazo abierto.

Comparación entre los sistemas de control de lazo cerrado y de lazo abierto.

Una ventaja del sistema de control de lazo cerrado es - que el uso de la retroalimentación hace al sistema en su respuesta, relativamente insensible a perturbaciones externas, y a variaciones internas de parámetros del sistema. De este modo es posible utilizar componentes relativamente sencillos y económicos y lograr la exactitud de control requerida en determinado proceso mientras esto sería imposible en el caso de lazo abierto.

Desde el punto de vista de la estabilidad en el sistema de control de lazo abierto es más fácil lo lograr, ya que la estabilidad no constituye un problema importante.

Por otro lado, en los sistemas de lazo cerrado la estabilidad siempre es importante para la tendencia a sobre corregir errores, que puede producir oscilaciones de amplitud constante o variable.

Hay que recalcar que para sistemas en los que las entradas son conocidas previamente y en los que no hay perturbaciones, es preferible usar el control de lazo abierto, los sistemas de control de lazo cerrado tienen ventajas si se presentan perturbaciones no previsibles de componentes del sistema. Generalmente se logra un funcionamiento satisfactorio y más económico de todo el proceso, si se opta por una combinación adecuada de controles de lazo abierto y cerrado.

COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CONTROL:

Independientemente de la naturaleza del sistema de control que se quiere estudiar se adopta una terminología especial para designar a cada una de las partes que constituyen este tema.

A continuación se hará una revisión sobre los conceptos, utilizados.

PLANTA.- Es el sistema o proceso a ser controlado, generalmente se considera inalterable, es decir, no se puede modificar internamente; por ejemplo: Un motor, un intercambiador de calor, una caldera, etc.

ELEMENTO DE MEDICION.- Es elemento por medio del cual se tiene evidencia del comportamiento en el tiempo de las variables de intereses, su naturaleza puede ser muy variada; un manómetro, un termopar, un voltmetro una celda de presión diferencial, etc.

COMPARADOR.- Es el dispositivo que hace la comparación entre la señal correspondiente a la referencia y la señal correspondiente a la salida del elemento de medición o transmisor, la señal de salida del comparador es la señal de error.

CONTROLADOR.- Su entrada es el error proveniente del comparador y su propósito es el de dar mayor o menor énfasis o importancia a cierta característica del error, su uso en general, mejora las características del sistema de control considerado como un todo.

AMPLIFICADOR.- Frecuentemente tanto la señal de error como la salida del controlador no tiene un nivel de potencia adecuado para manejar la planta y esta carece de un elemento amplificador de potencia. Cuando se dan las condiciones anteriores se emplea como elemento de enlace entre el controlador y la planta un dispositivo que es conocido como amplificador de potencia. La salida del amplificador se conoce como variable de control.

TRANSDUCTOR.- Como se dijo anteriormente cuando la naturaleza de la variable de salida del amplificador es diferente a la naturaleza de la variable que actúa sobre la planta, resulta necesario utilizar un transductor (que convierte un tipo de señal a otro tipo) generalmente se usa un transductor I/P (corriente eléctrica a presión).

ACTUADOR.- Es el elemento final de control sobre el cual la señal de control actúa para modificar las condiciones de la planta y corregir el error existente; puede tratarse de un posicionador del vástago de una válvula, de un pistón, etc.

VARIABLE DE REFERENCIA O SET POINT $r(t)$.- Como ya se ha mencionado así se denomina a la variable que se usa como consigna y puede ser constante en el tiempo como en el caso de un regulador o seguir una cierta ley de variación como en el caso de un sistema de seguimiento.

VARIABLE DE ERROR $e(t)$.- Es la señal resultante de la comparación y se puede afirmar que en realidad ella es la que determina el comportamiento del sistema.

VARIABLE DE CONTROL $m(t)$.- Es la salida del amplificador y es igual a la salida del controlador con la diferencia de que tiene un nivel de potencia capaz de manejar a la planta.

VARIABLE CONTROLADA $c(t)$.- Es la variable objeto de control y es o está íntimamente asociada a la salida de la planta.

VARIABLE DE PERTURBACION $m(t)$.- Es una variable, resultado de una variación de las condiciones del medio ambiente o de la carga que se manifiesta como alteración de $c(t)$ o de la señal total de alimentación a la planta.

Si las perturbaciones se presentan a nivel de la variable de referencia, el sistema de control no puede trabajar contra ellas ya que las interpreta como parte de la referencia. Algo similar ocurre si las perturbaciones se introducen a nivel de la salida del elemento de medición.

VARIABLE DE MEDICION $b(t)$.- Como ya se ha mencionado es la señal de la salida del elemento de medición. En ocasiones por -

no ser su naturaleza o su nivel adecuado para efectuar la comparación, se le conecta un elemento cuya salida es la que se lleva a comparar. (Tal es el caso de un termopar). A esta señal se le conoce como señal primaria de retroalimentación.

Con el fin de tener una idea mas clara de los conceptos anteriores, se dispone de una herramienta de gran utilidad - que son los auxiliares gráficos, a continuación se presenta - una breve descripción de los conceptos básicos.

REPRESENTACION CUALITATIVA DE UN SISTEMA DE CONTROL.- A continuación se representa a los componentes y señales descritas en la sección anterior.

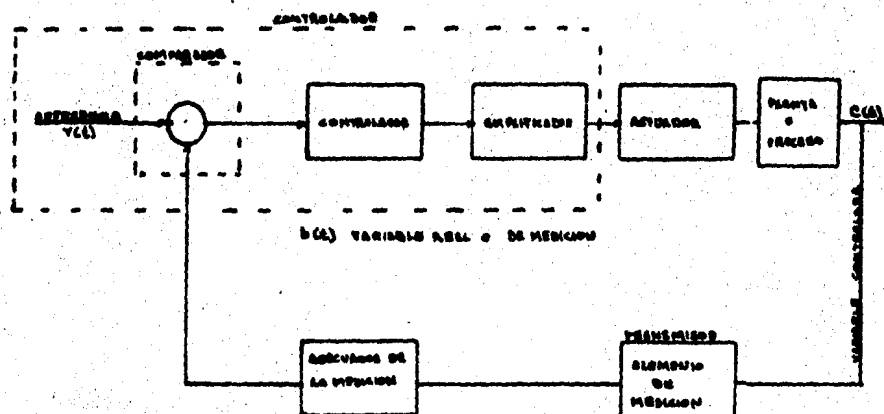


DIAGRAMA N.

CONTROLADOR

HAY QUE HACER NOTAR QUE:

- A) No todos los sistemas de control cuentan con todas las componentes y señales mostradas.

B) Generalmente se conoce como controlador a la fig. rectangular puntada mayor, ya que es un dispositivo que cuenta con todos los elementos incluidos en el rectángulo, en un solo módulo.

ACCIONES BASICAS DE CONTROL:

En el control de presión mencionado anteriormente, cuando el operador detectaba que la presión era menor a valor deseado, el podía hacer correcciones a la válvula de entrada del aire - de diferentes maneras;

- 1.- Abrir instantáneamente la válvula a su totalidad.
- 2.- Abrir la válvula lentamente a velocidad constante mientras la desviación estuviera presente.
- 3.- Abrir la válvula más cuando el error ocurra más rápido.
- 4.- Abrir la válvula una cantidad constante para cada unidad de desviación.

El operador podía también utilizar otros métodos o combinaciones de métodos para manipular la válvula.

La acción de control es la manera en la cual un sistema - de control efectua una corrección a una desviación relativa.

Cuando se trata de un instrumento de control, el termino acción de control describe la manera en la cual este controlador en particular bombina su salida en relación a su señal de error de entrada.

Debe hacerse notar que la acción de control realmente - aplicada para la corrección de un proceso.

5. DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL.

5.1. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE FLUJO.

El sistema se muestra en la fig. 20 en este sistema se podran revisar los conceptos mas importantes como son: Tiempo - muerto (también conocido como retraso puro, transporte retrasado o distancia/velocidad retrasada); el período natural de oscilación de un sistema de control y el amortiguamiento de las oscilaciones.

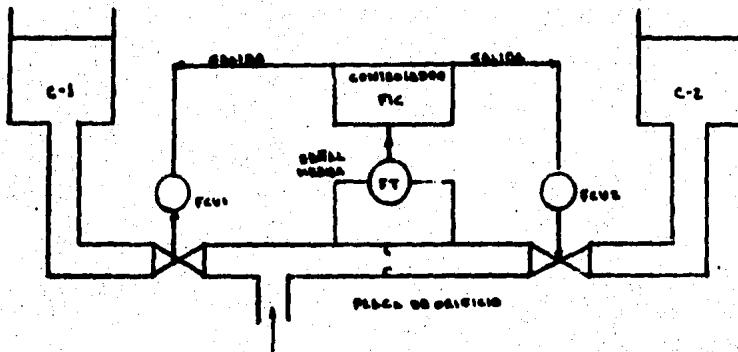


FIG. 20 SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO.

El tiempo muerto puede ser definido como el intervalo entre el instante en el cual el transmisor de flujo (FT) transmite cualquier cambio en la velocidad a través de la placa de orificio, y al instante en que hay un cambio en la velocidad de flujo al pasar por el orificio, genera una reacción en el -

controlador dando como resultado un cambio en la velocidad de flujo.

El tiempo muerto esta formado por los siguientes elementos:

a) El tiempo tomado para que respondan a cualquier cambio de presión registrado en la placa de orificio, por el transmisor de flujo (FT) y el controlador indicador de flujo (FIC).

b) El tiempo tomado por las válvulas FCV1 y FCV1 para que respondan cuando el controlador genere un cambio en la señal de salida.

c) El tiempo que tarda la transmisión de la señal registrada desde FT al FIC y de FIC a FCV1 y FCV2.

El período de oscilación es conocido como el período natural, y esta relacionado con el tiempo muerto.

$$T_n = 2T_d$$

donde:

T_n = período natural (1)

T_d = tiempo muerto

El grado de amortiguación determina si una oscilación en la frecuencia es medio por la ganancia del sistema, dependiendo de los siguientes elementos:

a) La ganancia del proceso se define como:

$$K_p = \frac{dc}{dm} \quad (2)$$

donde:

dc = Cambio en la variable controlada, en este caso la velocidad de flujo.

dm = Cambio en la salida del controlador, por ejen. en el ajuste de la válvula.

b) La ganancia del controlador se define como:

$$K_c = \frac{dn}{de} \quad (3)$$

donde:

de = Cambio en la señal medida.

Para la oscilación persistente, la ganancia total es:

$$K_p k_c = 1.0 \quad (4)$$

La ganancia del controlador se define como:

$$k_c = \frac{100}{P} \quad (5)$$

donde:

P=Banda ancha proporcional, %.

Dando un valor total de amortiguación de:

$$K_p K_c = 0.5$$

El valor de la amortiguación total antes descrita, es conocida como "un cuarto de amplitud" amortiguada.

El controlador de flujo FIC esta asociado con el registrador de flujo FR, el cual registra la velocidad del fluido y por lo tanto registra la señal que el transmisor de flujo manda al controlador.

El FIC de salida es en realidad un medidor del grado de abertura del FCV2, siendo esta la válvula que controla la velocidad de flujo en el sistema.

También FIC es un medidor del grado de clausura de la válvula de bypass FCV1, ya que la válvula esta conectada al controlador de tal forma que una abra cuando la otra cierra.

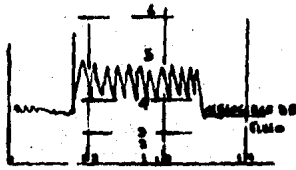


FIG. 21. CARACTERÍSTICAS DE P.V.
Cambio P.B. 80%

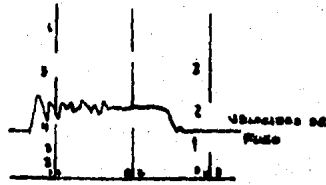
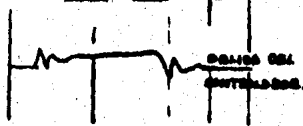
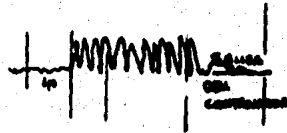


FIG. 22. CARACTERÍSTICAS DE P.V.
Vida AMPLIO de oscilaciones P.B. 10%



Ahora se vera un ejemplo cuando queremos obtener en el proceso una ganancia de (K_p) de 0.8. La (fig. 21), muestra los registros de la velocidad de flujo y la salida del controlador, tomados simultaneamente ajustando a $PB=80\%$. Teniendo un valor de $K_p K_c=1.0$ de la ecuación (4) se obtiene un $K_c = \frac{100}{80} = 1.25$ sus tituyendo K_c en la ec. (4) obtenemos $K_p=0.8$.

La fig. (21), se introduce un cambio en el intervalo de -10, es decir de 40 a 50, en la señal fija, despues se sigue con un intervalo para un regreso de 50 a 40. Se registra la velocidad de flujo y la salida del controlador, para determinar la posición de la válvula.

Ahora duplicando PB podremos observar el efecto de amortiguación la fig. (22), muestra la respuesta para un intervalo en la señal fija de 40 a 50. El efecto amortiguador del incremento " " PB es muy pronunciado, como se puede observar se observa se obtiene una respuesta con menos oscilaciones en la respuesta.

5.2. EL SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL.

El sistema de nivel, consta de la velocidad de entrega dentro del tanque C-2, el nivel de este tanque y el control de nivel por medio de dos tipos diferentes de transmisores, ver fig. (23).

Si fijamos una velocidad de flujo, en el registrador obtenemos un ascenso en las oscilaciones de la frecuencia natural debido al aumento en el nivel del agua.

Para examinar las propiedades del sistema de nivel, se fija el cambio sobre los switches SW2 y SW3 para que el controlador de nivel LIC reciba su señal medida desde el transmisor de presión diferencial LT1 en el tanque C-2 y se controla la posición de las válvulas FCV1 y FCV2.

La válvula HV8 se cerrara y la válvula HV9 se abra, de modo que la presión del aire en C-2 sera atmosférica.

FIC no participa en el sistema pero FR puede ser usado para registrar la velocidad de flujo.

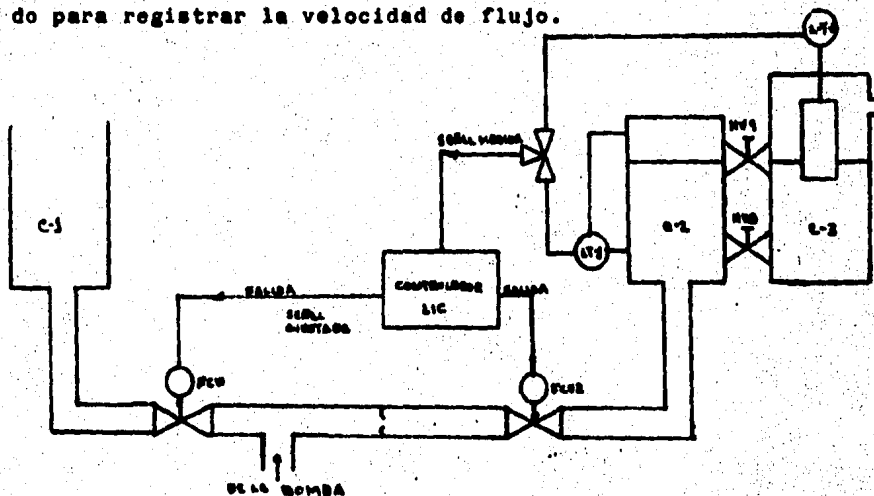


FIG. 23 SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL.

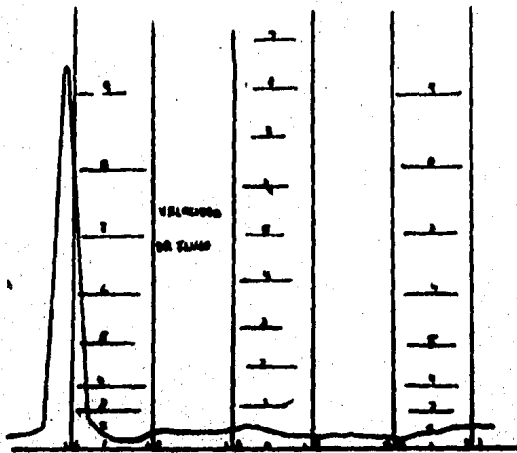
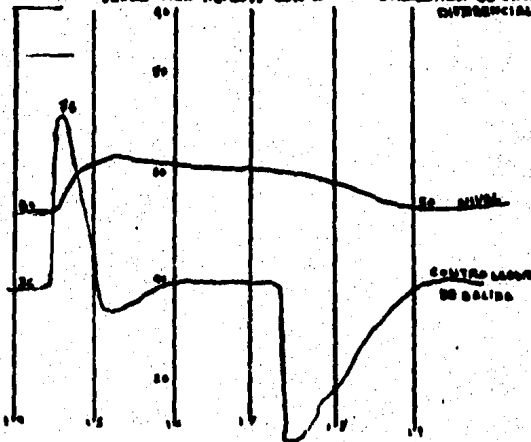


FIG. 24. RESPUESTA DE LIC. PARA UN CAMBIO DE NIVEL DE LA SEÑAL. SIN RE-LPV, CON EL LT-1 (TRANSMISIÓN DE SEÑALES DIFERENCIALES).



La fig. (24), muestra la respuesta del sistema a un cambio en la señal de nivel fija de 50 a 60 y de 60 a 50, con la reducción de la banda ancha proporcional de 25%, obteniéndose los resultados siguientes:

a) El cambio de 10 unidades en la señal fija, resulta un error en la señal. El cambio de 10 unidades en la señal de salida del controlador (o sea en la transmisión para el controlador

de las válvulas) es de 36 a 76.

b) El controlador hace una transmisión suave hacia el nuevo nivel con solo un poco de aumento, dando una oscilación prolongada.

c) El efecto del cambio de intervalo del nivel 60 a 50 es al principio para cerrar completamente la válvula FCV2. Sin en bargo, esto es de menor importancia en los controladores de nivel, los cuales operan con una reducción de la banda ancha proporcional.

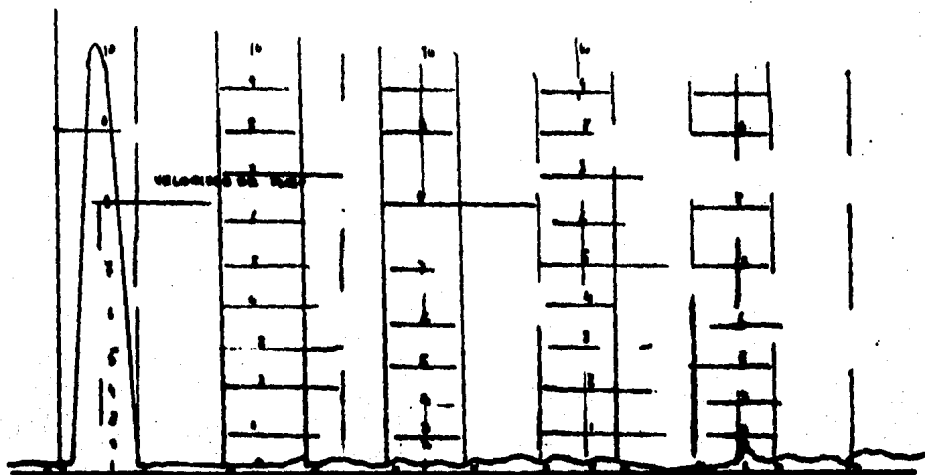
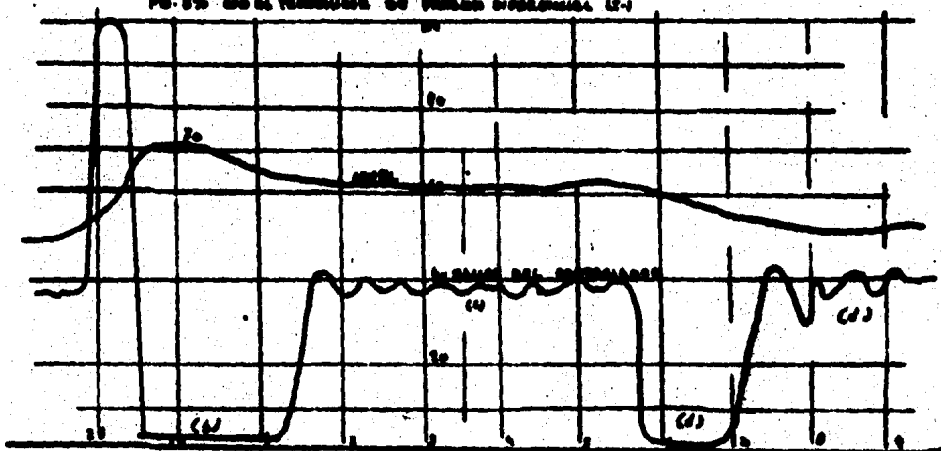


FIG. 24. RESPUESTA DE UN CONTROL DE INTERVALO DE LA SEÑAL PARA UN PASO
 DE 5% EN EL TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL 17-



La fig. (25), muestra los resultados cuando hay un límite para la extensión a la cual la banda ancha proporcional puede ser reducida, dando un sistema mas estable fijando un PB=5%.

Las siguientes características serán observadas:

a) Sobre el cambio de intervalo en el ajuste de la señal, el controlador abrirá completamente FCV2. Después de un momento, la válvula es cerrada rápidamente pero no lo suficiente - rápido para evitar sobrepasarse el nivel de agua en C-2 cerca de 10 unidades.

b) Al ser reabierto FCV2 las salida del controlador, sugiere una pequeña oscilación el transmisor de presión diferencial.

c) El FCV2 permanece completamente cerrada; por un momento, mientras que el nivel en C-2 desagua hasta el nuevo ajuste de la válvula.

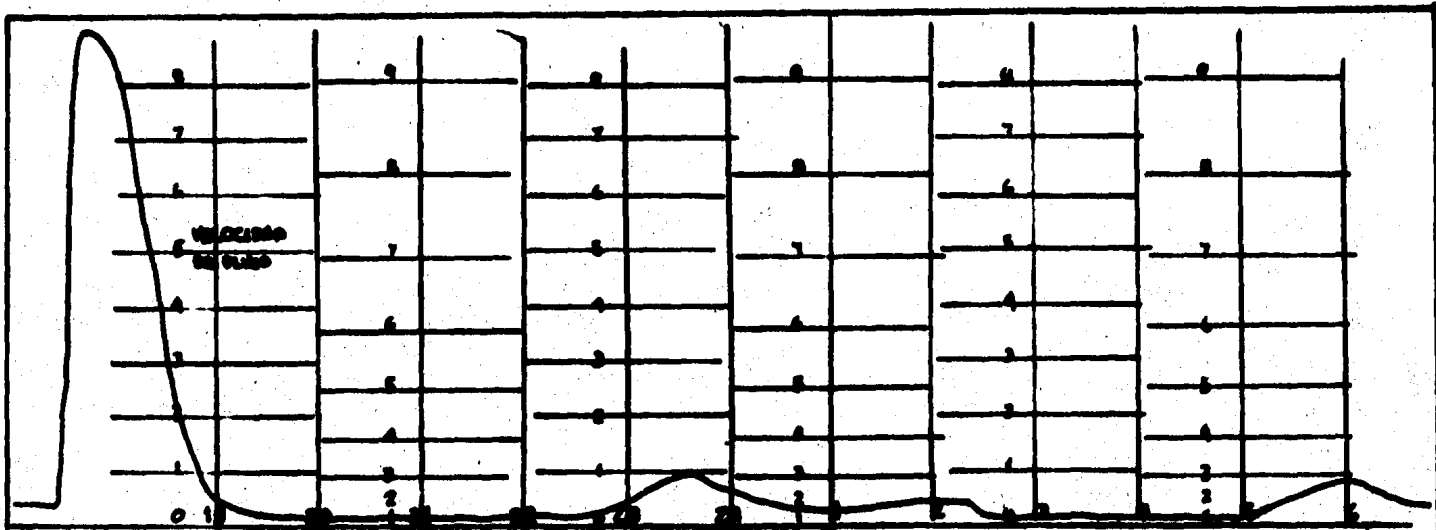
d) La respuesta para la reducción en el ajuste de la señal es mas rápida que con PB=25%; FCV2 permanece completamente cerrada por un momento dando un margen de transición rápida para obtener el nivel deseado, pero se produce una oscilación en la salida del controlador.

Cuando el controlador de nivel es conectado al transmisor de nivel LT2 en lugar de LT1, las propiedades del sistema son modificadas como resultado de la instrucción de una segunda interacción capacitiva dentro del sistema. El tanque C3 es conectado al tanque C2, abriendo las válvulas HV8 y HV9.

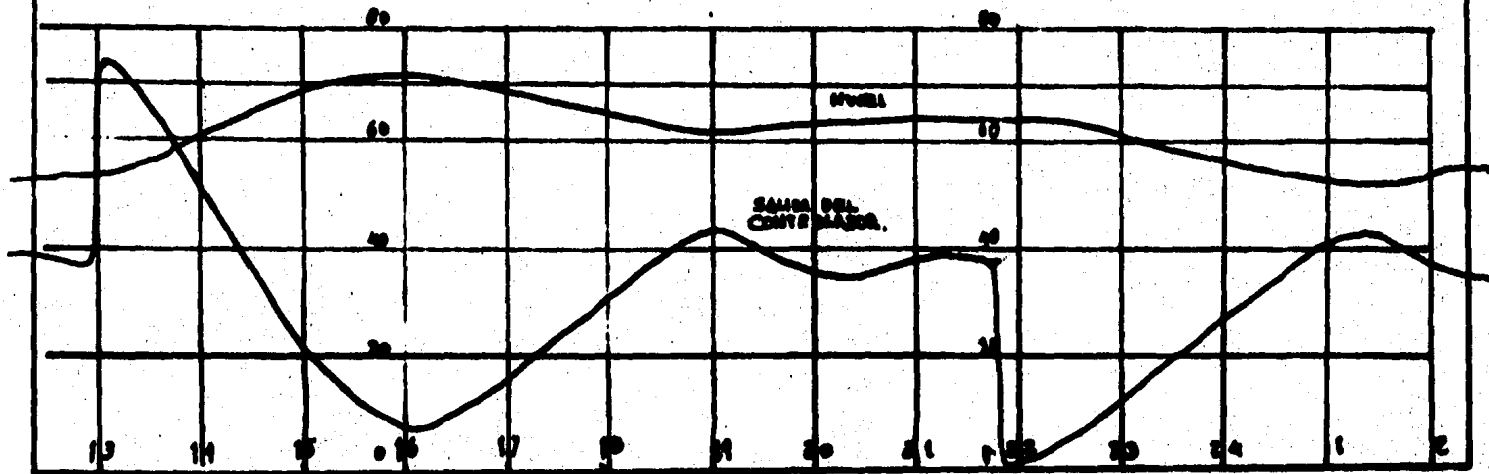
La respuesta registrada del sistema para un cambio de paso en el ajuste de la señal a PB=25% se muestra en la fig. (26).

El comportamiento del sistema es esencialmente similar - cuando se tiene el transmisor de presión diferencial, fig. (24) pero el grado de respuesta es mucho mas tardío.

La reducción de la banda ancha proporcional a un 5% se muestra en la fig. (27). Resulta de la misma clase que el movimiento de la válvula de control como en el caso de la fig. (25), con la adición característica de la presencia de una oscilación amortiguada la salida del controlador, presentará menos oscilaciones en la respuesta.



AN. 66. RESPUESTA DE LIC PARA UN PG. 20% EN EL TRONQUEO 4T-2



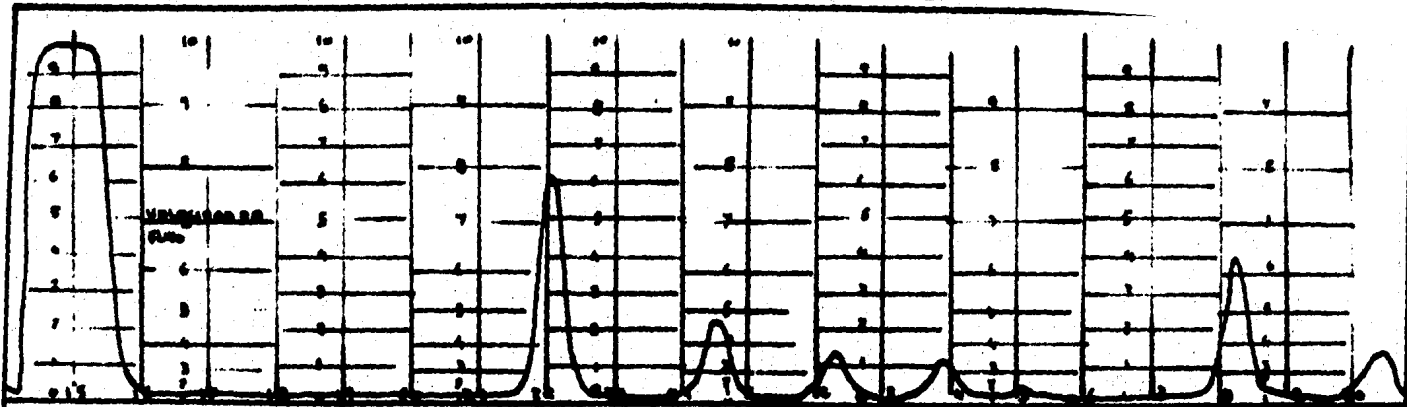
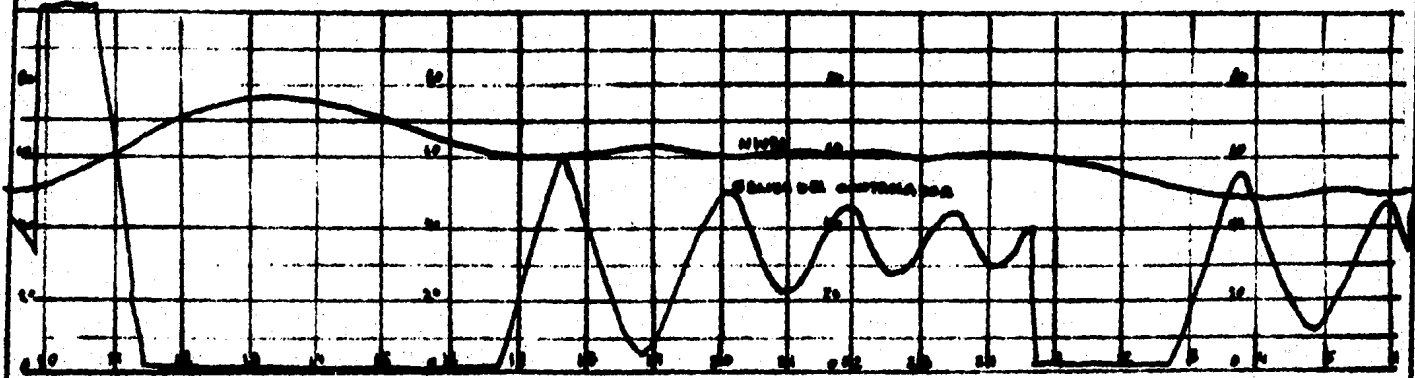


FIG. 27 RESPUESTA DE LIC DADA UN 10% EN EL TRANSFERENCIAL T.S.



5.3. OPERACION DE LOS CONTROLES EN CASCADA.

Es frecuente emplear un control o manipular el punto de ajuste de un seg., y esto se muestra como una operación en cascada. El controlador primario registra la señal medida en la forma usual, y compara estos con una señal ajustada, pero esta salida se emplea simplemente para determinar la señal de ajuste del controlador secundario.

Este controlador también registra la señal medida, sin embargo esta señal es tomada de un punto diferencial en el sistema para la alimentación del controlador primario. Solamente el controlador secundario tiene una salida para el proceso.

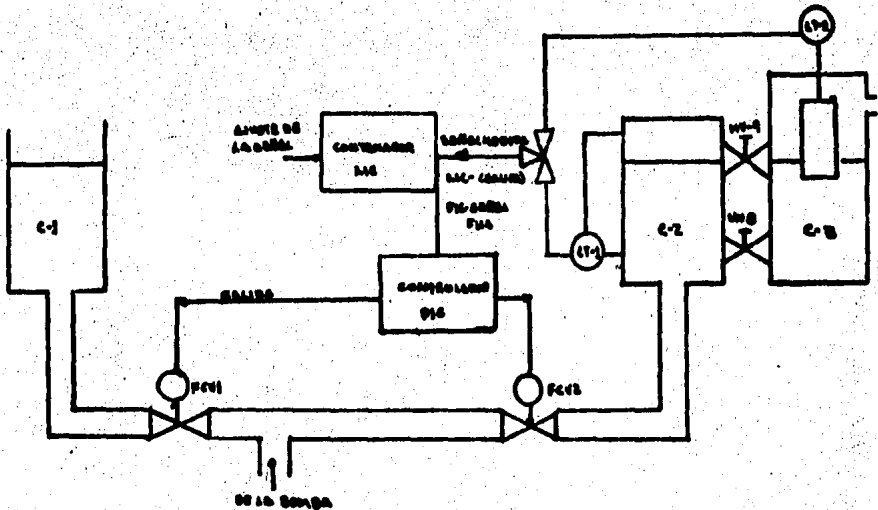


Fig. 28. SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL CON LIC Y FIC EN CASCADA.

La fig. (26) muestra el arreglo del controlador de nivel - LIC. y el controlador de flujo FIC en cascada. Los controladores de nivel (el controlador primario) LIC. C2 y C3 producen una salida la cual determina el punto de ajuste de FIC, (el controlador secundario) el cual controla las válvulas FCV1 y FCV2, y registra la velocidad de flujo.

El propósito importante al adoptar el control de cascada - es para incrementar la velocidad de respuesta del sistema y aislar la variable primaria (en el caso de nivel), para los efectos de las variaciones rechazadas en la variable secundaria (en el caso de la velocidad de flujo). Para ilustrar esto, se ajustan varios cambios en las válvulas para obtener el arreglo que se muestra en la fig. (26) y ajustar FIC y LIC para la correcta posición de las válvulas.

| | |
|--------------------|--------|
| FIC | PB 16% |
| Tiempo de reajuste | 2 seg. |
| LIC | PB 25% |

Con el ajuste de nivel a 50 y la velocidad de flujo también en el rango de 50 (ajustar, las válvulas HV6, y HV7) abrir la válvula HV12 para reducir el gasto en la bomba de descarga. El registrador de LIC mide la señal y la salida, midiendo también FIC la salida y la velocidad de flujo.

NOTA: La respuesta es rápida para el sistema cuando hay un cambio en la descarga de la bomba.

Ahora el empleo de LIC en el control directo de FCV1 y FCV2 se muestra en la fig. (23). La respuesta para la reducción en la descarga de la bomba es mucho mas lenta, ya que LIC puede solo detectar algun cambio que haya ocurrido, una vez que pasa esto, este toma tiempo para influir en el nivel de los tanques C2 y C3.

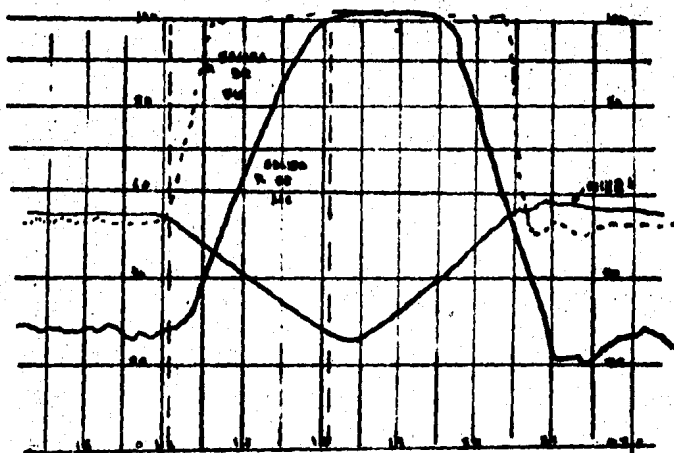
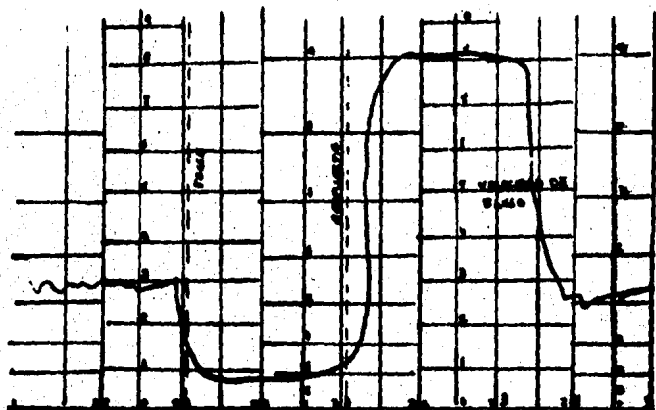


FIG. (29) RESPUESTA DEL SISTEMA ENCARNADE DE LIC Y FC PARALELO CASO EN LA BOMBA.

La fig. (29) muestra los efectos de reducción en la descarga de la bomba para un punto en el cual LIC es incapaz de mantener la velocidad de flujo requerida dentro de C2 al igual que con FCV2 se abre y FCV1 se cierra.

Ambos controles se manejan al máximo. Es interesante -
ver como los registradores muestran una respuesta mas rápida
realizadas por la operación en cascada.

Hasta ahora la salida de FIC obtiene los incrementos rá-
pidamente en el mismo momento que el registrador de LIC obtie
ne las caidas del nivel, pero rechaza un máximo (FCV2 esta -
completamente abierta) en solo 4 seg.; el tiempo que le toma
a LIC es de 15 seg. para rechazar un máximo en la salida.

Cuando la descarga de la bomba es restaurada a su forma -
estimada, FIC continua en la dirección máxima de descarga para
el tanque C2 por 5 seg., después de que la salida de LIC ha -
obtenido la caída hasta el regreso rápido a las condiciones -
correctas de nivel.

Con control directo de FCV1 y FCV2 para LIC la posición de
la válvula FCV2 podría ser una función de la salida de LIC re-
presentado por una velocidad de respuesta lenta.

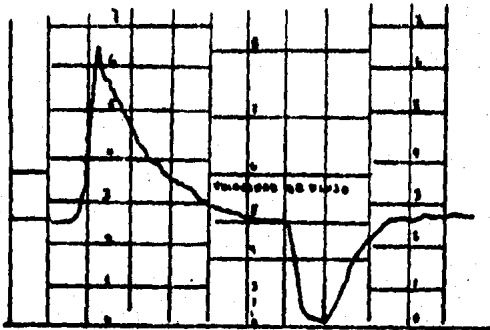
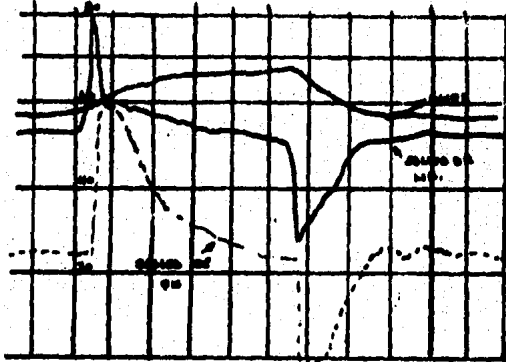


Fig. 29. RESPUESTA DEL SISTEMA EN CASCADA, (LIC Y FIC) TANTO EN CAMBIO EN EL NIVEL DE C-2.



La fig. (30) muestra la respuesta del control en cascada - para un cambio en el ajuste del nivel del tanque C-2. Este puede ser comparado con la fig. (24) la cual muestra la respuesta con el LIC que controla directamente a las válvulas FCV1 y FCV2, la diferencia es mostrada en la fig. (30) el tanque C-2 en este caso es presurizado pero este no fue el caso en la fig. (24).

Presurizando C-2 cuidando al introducir pequeñas oscilaciones de frecuencia bajas y altas en la velocidad del fluido, un tiempo de baja velocidad de flujo en la fig. (30) es mejor.

El principal propósito del control en cascada es para manejar disturbios en la "corriente alta".

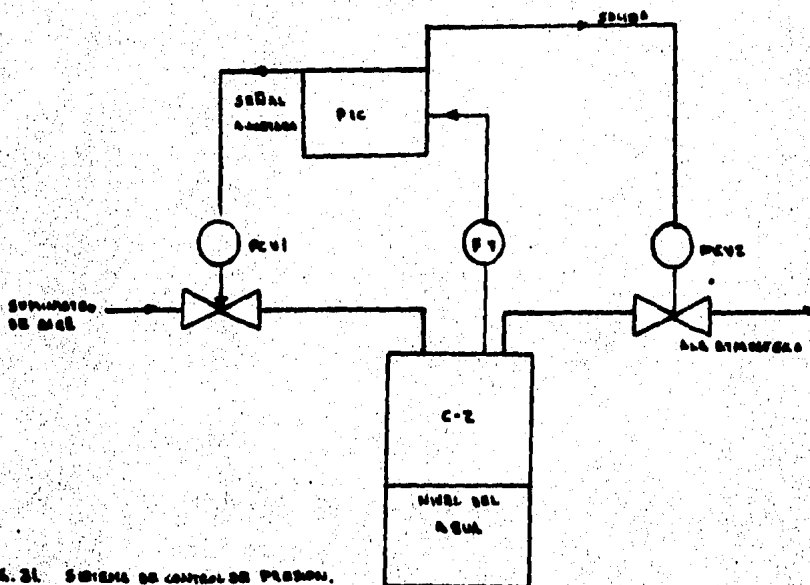


FIG. 31. SISTEMA DE CONTROL DE PRESION.

5.4. EL SISTEMA DE CONTROL DE PRESION.

El sistema de control de presión es mostrado en la fig. - (31). Un proceso para el control de la presión del aire que a un cambio de presión en el espacio de control afecta el flujo a través del control de las válvulas de tal forma que tiene a reducir la magnitud del cambio.

Algunos tiempos muertos se presentan en el sistema asociado contran transmisiones rezagadas en el controlador, el transmisor y las válvulas.

La operación del sistema de control de operación debería ser examinado con el sistema de control de nivel asociado con el transmisor de presión diferencial LT1 en operación.

Ajustar el tiempo de reajuste al máximo y registrar la respuesta de PIC para el cambio en el ajuste de la presión y en el ajuste del nivel de agua en el tanque C2 para varios rangos de la banda proporcional ancha.

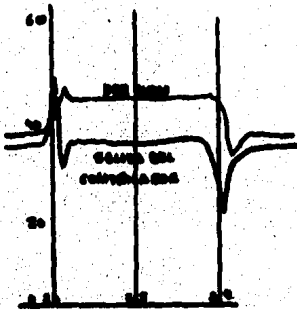


FIG. 20 RESPUESTA DE PIC PARA UN PB 50%

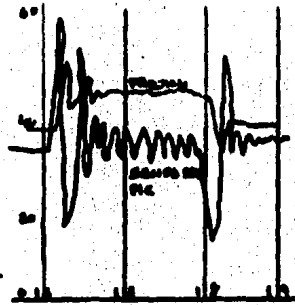


FIG. 21 RESPUESTA DE PIC PARA UN PB 25%

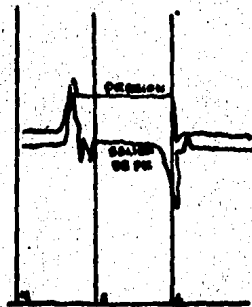


FIG. 24 RESPUESTA DE PIC PARA UN PB 25%

La fig. (32), muestra la respuesta del controlador para un cambio en el ajuste de la presión con $PB = 50\%$; La fig. - - (33), muestra el efecto de reducción de la banda proporcional ancha para 25% ; y se observa una oscilación persistente la cual puede ser comparada con la oscilación estable del flujo del sistema de la fig. (21).

El controlador de las válvulas y el transmisor puede ser que contribuyan con la misma cantidad de tiempo muerto en ambos sistemas.

Finalmente la fig. (34), muestra la respuesta del controlador de presión, en el cual hay un pequeño cambio en la respuesta del controlador, pero se puede observar que es eliminado.

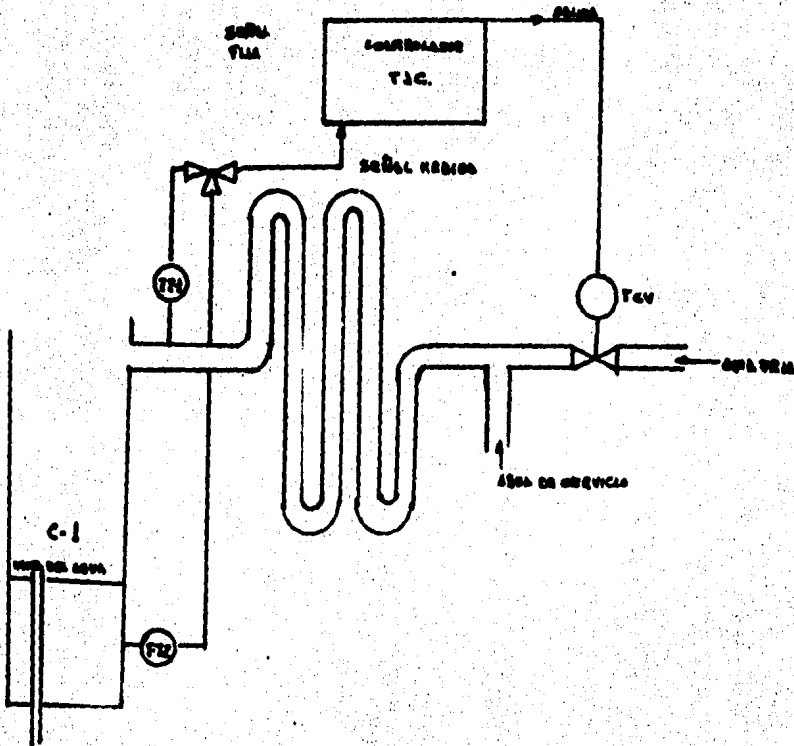


fig. 35 SISTEMA DE CONTROL DE TEMP.

5.5 EL SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA

Este sistema se ilustra en la fig. (35). El TIC es un controlador de reajuste y como el sistema puede ser operado con diferentes tiempos muertos o distancias/velocidad rezagada y con o sin transferencia retrasada, un amplio rango de trabajo experimental es posible.

5.5.1. SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA CON TIEMPOS MUERTOS. TRANSMISOR TT1.

Se ajusta el sistema para recibir señales de un transmisor TT1 localizado en la dilatación al final del alambre para evitar registrar temperaturas en la salida del TIC.

Con el agua fría suministrada se ajusta a una velocidad de flujo aproximadamente de 4l/min., siendo esta la primera medida de tiempo muerto. Esto se realiza para introducir un cambio en la señal de ajuste de la temperatura y notando el intervalo de tiempo entre la introducción del cambio y la primera respuesta del transmisor de temperatura TT1.

Los resultados típicos son los siguientes:

| ABRIENDO | PERIODO NATURAL TN |
|----------|--------------------|
| HV2 | 4 seg. |
| HV3 | 14 seg. |
| HV4 | 16 seg. |

Note que el tiempo muerto es una función no solo del largo y del diámetro del espiral dilatado sino que también de la velocidad de flujo. Hasta ahora esta afectado por el ajuste de la velocidad del flujo de agua fría y por el ajuste de la temperatura, puesto que la velocidad de flujo de agua a temperatura ambiente es una función del ajuste de temperatura. El tiempo muerto es efectivamente el período tomado para que el agua vaya desde el punto de mezcla al TT1.

Ajustar el tiempo de reajuste al máximo y el tiempo al mínimo y observar la respuesta del controlador para cambios de intervalo en el ajuste de la temperatura, ajustando la banda proporcional para elevar la oscilación.

La fig. (36), muestra la respuesta para un cambio de ajuste desde 25 a 15 y retroceder a 25 con la válvula HV2 abierta.

El período natural es de 8.3 seg. La fig. (37), muestra un registro similar para un sistema con la válvula HV3 abierta y la fig. (38) muestra cuando se abre HV4.

Los tiempos muertos fueron representados por un intervalo entre el primer movimiento de la pluma de la salida del controlador y el primer movimiento de la pluma del transmisor de temperatura, de acuerdo con los valores dan por arriba de los anteriores. Los períodos de oscilación son:

| ABRIENDO | PERIODO NATURAL TN |
|----------|--------------------|
| HV2 | 8.3 seg. |
| HV3 | 28.3 seg. |
| HV4 | 33.0 seg. |

Estos son aproximadamente iguales al doble del tiempo muerto, como predice la ecuación (1) para sistemas que involucran solamente tiempos muertos.

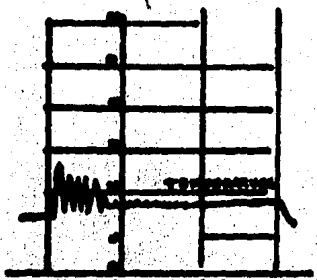


FIG. 26 RESPUESTA DEL SISTEMA DE TEMPERATURA PARA UN CAMBIO EN EL SEÑAL DE LA TEMPERATURA DE 50% (SEÑAL ABERTA).

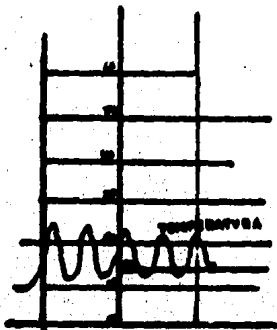


FIG. 27 RESPUESTA DEL SISTEMA DE TEMPERATURA PARA UN CAMBIO EN SEÑAL DE LA TEMPA DE 5% (SEÑAL CERRA).

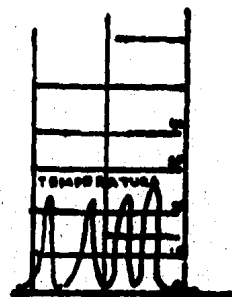


FIG. 28 AJUSTE DE LA TEMPERATURA DE 50% (HV4 PERRA)

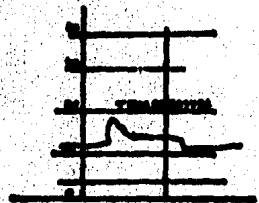
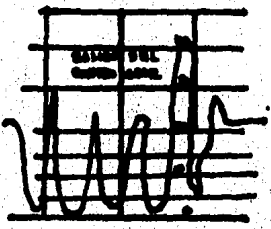


FIG. 29(a) AJUSTE DE LA TEMP. DE 100% (HV5 ABERTA). TIEMPO MÁXIMO DE RESIUTE.

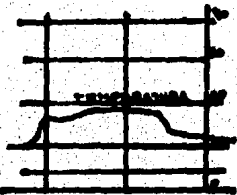
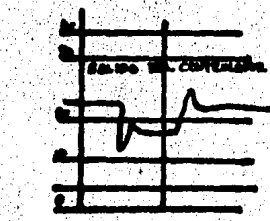


FIG. 29 (b). COMO EN LA FIG. 29(a). CON TIEMPO DE RESIUTE DE 12 SEG.

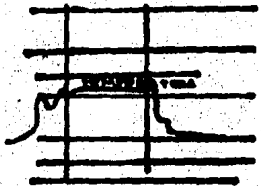
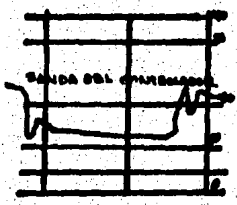
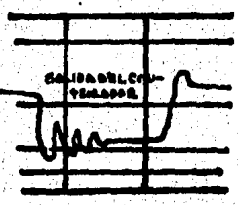


FIG. 29 (c) COMO EN LA FIG. 29(a) CON TIEMPO DE RESIUTE DE 5 SEG.



El controlador ahora, se puede ajustar para obtener una operación estable. Con el tiempo de ajuste para un mínimo y el tiempo de reajuste a un máximo, el ajuste de PB dara un cuarto de amplitud amortiguada. Reduciendo el tiempo de reajuste, al igual que el período natural y experimental con mas reducciones, se notara la influencia en la estabilidad con tiempos de reajuste muy cortos. Un detallado estudio de la ejecución de un controlador de reajuste en un sistema involucrando tiempos muertos puede ser hecho y las distintas combinaciones de banda proporcional ancha y el tiempo de espera y esta operación estable puede ser determinada.

La fig. (39 a) muestra que duplicando PB cuando se compara con la fig. (36) se tiene como resultado una operación estable pero substancialmente la compensación esta presente. Un tiempo de espera igual a 1.5 por período natural por ejem. 12 seg. - elimina la compensación pero se obtiene una velocidad de respuesta algo lenta, la fig. (39 b), muestra una respuesta rápida -- del tiempo a expensas de alguna inestabilidad, a la vez que hay una reducción del tiempo de reajuste siendo esta de 6 seg. la fig. (39 c), muestra un ajuste del tiempo de reajuste igual al período natural; en este caso 8 seg. y la oscilación es eliminada por incrementos despreciables en PB.

5.5.2. EL CIRCUITO DE CONTROL DE TEMPERATURA CON UN TIEMPO MUERTO Y CON UNA CAPACIDAD MULTIPLE, TRANSMISOR TT2.

Los procesos que toman lugar en los sistemas de control de temperatura son complejos. Una combinación de las dos corrientes de agua una fría y la otra de servicio es regulada por medio del controlador, actuando sobre el agua de servicio, para obtener una mezcla de temperatura deseable.

El agua fluye a través de un serpentín en el curso del cual ocurre una distancia/velocidad lenta a lo largo de la cual es una misma función de la velocidad de flujo y por lo tanto de temperatura.

El agua entra entonces al tanque C1, donde la temperatura de contacto no sera necesariamente igual a la de la entrada del agua. Un proceso de mezcla toma lugar pero no necesariamente completo, y una temperatura es registrada por el transmisor TT2, localizando a una distancia bajo la superficie del agua.

CAPITULO 6

6. OPERACION DE LAS INTERRUPCIONES EN LOS SISTEMAS DE CONTROL.

Las interrupciones estan localizadas en varias líneas entre los transmisores y los controladores y las válvulas; cuando se accionan los botones se introduce una interrupción en la señal obteniendose una falla en la operación del sistema, estos efectos son descritos a continuación.

6.1. B1

Interrupcion o botón No. 1, al accionar este botón la señal eléctrica del transmisor de temperatura TT2, sera interrumpida y el TR registrará un aumento aparente en la temperatura del tanque C-1, mientras que el controlador indicara que el agua de suministro esta a una temperatura constante.

Esto se debe a que el transmisor de temperatura TT-2 esta relacionado con el registrador de temperatura TR, mientras que TT-1 esta conectado con el controlador indicador de temperatura TIC.

Si TIC esta conectado al TT-2, al fallar este se abra la válvula de control de temperatura TCV, resultando un mínimo de temperatura. Correctamente indicada por TT-1 en TR1.

Sin embargo TIC indicara la temperatura que estaba marcando antes de la falla ya que la señal con TT-2 se interrumpio.

6.2 B2

Este botón interrumpe la señal del transmisor de temperatura TT-1. Si este es conectado a TR1 indicara correctamente que la temperatura del suministro de agua tiene un aumento aun que la temperatura actual del agua permanecerá bajo control de TT-2.

Si TT-1 se conecta a TIC indicara una temperatura minima y abra TCV obteniendo una temperatura minima en el suministro. El transmisor de temperatura TT-2 continuara dando una indicación correcta en el registrador de temperatura TR1 y el estudiante confrontara el problema de que con el suministro aparente de agua templada resulte un decremento de temperatura en el tanque C-1.

6.3 B3

Este botón interrumpe la salida de TIC hacia la válvula - TCV. La válvula permanecera asi abierta y la temperatura del agua de suministro a C-1 bajara a un mínimo. El proceso de mezcla efectivamente estara fuera de control.

6.4 B4

Al accionar este botón dara como resultado una perdida en la señal de FT hacia FIC. Entre la bomba y FIC indicara un decaimiento hacia cero pero el controlador obtendra una salida máxima, resultando que FCV1 se abra completamente y FCV2 se cierre con la consecuencia de entrega máxima hacia C-2. El estudiante observara un incremento en el nivel del agua en C-2 y C-3 acompañado por un aparente gasto de entrega igual a cero dentro de los tanques.

6.5 B5

Este botón interrumpe la señal de salida del controlador FIC o LIC hacia las válvulas de control FCV1 y FCV2. Da como consecuencia que FCV2 permanecera completamente cerrada y FCV1 completamente abierta y la entrega de agua a los tanques C-2 y C-3 cesara. El efecto es similar una falla en la bomba.

6.6 B6

Este botón interrumpe la señal de salida de LIC. Si las válvulas de control de flujo estan bajo el control de LIC, el efecto es que FCV2 cerrara FCV1 abra y la entrega de agua hacia los tanques C-2 y C-3 cesara.

Si LIC como FIC son operados en cascada el efecto es reducir el punto en FIC a un mínimo con el resultado de que de nuevo la entrega de agua hacia C-2 y C-3 cesara.

6.7 B7/B8

Estos botones interrumpen la señal en los transmisores - LT1/LT2; Daran como resultado que los transmisores LT1/LT2 indicaran incorrectamente el nivel del agua en C-2/C-3 decaera a un mínimo. Al mismo tiempo LIC. ordenara una entrega máxima - hacia los tanques. Los estudiantes observaran una aparente baja de nivel de agua acompañado por una entrega máxima. Los - sintomas así expuestos son inversos a los exhibidos cuando -- apretamos B4 sin embargo observamos una aparente caída en el - nivel del agua con un máximo de entrega hacia los tanques, como oposición a una subida en el nivel acompañado por una falta de entrega.

6.8 B9

Este botón interrumpe la señal de salida hacia las válvulas de control de presión PCV1 y PCV2 como consecuencia la presión del aire en C-2 decae a un mínimo.

6.9 B10

Este botón interrumpe la señal desde el PT hacia PIC. La presión del aire en C-2 aparenta que cae a cero mientras que - PIC trata de incrementar la presión a un máximo posible. La - presión en el tanque C-2 eventualmente subira hasta un grado - del cual la entrega de la circulación de la bomba cesara y poco a poco toda el agua sera expelida del tanque C-2 y el sera descargado del tanque C-1. El cambio progresivo en el nivel - de agua y la proporción de flujo sera indicada por LIC y FIC - respectivamente.

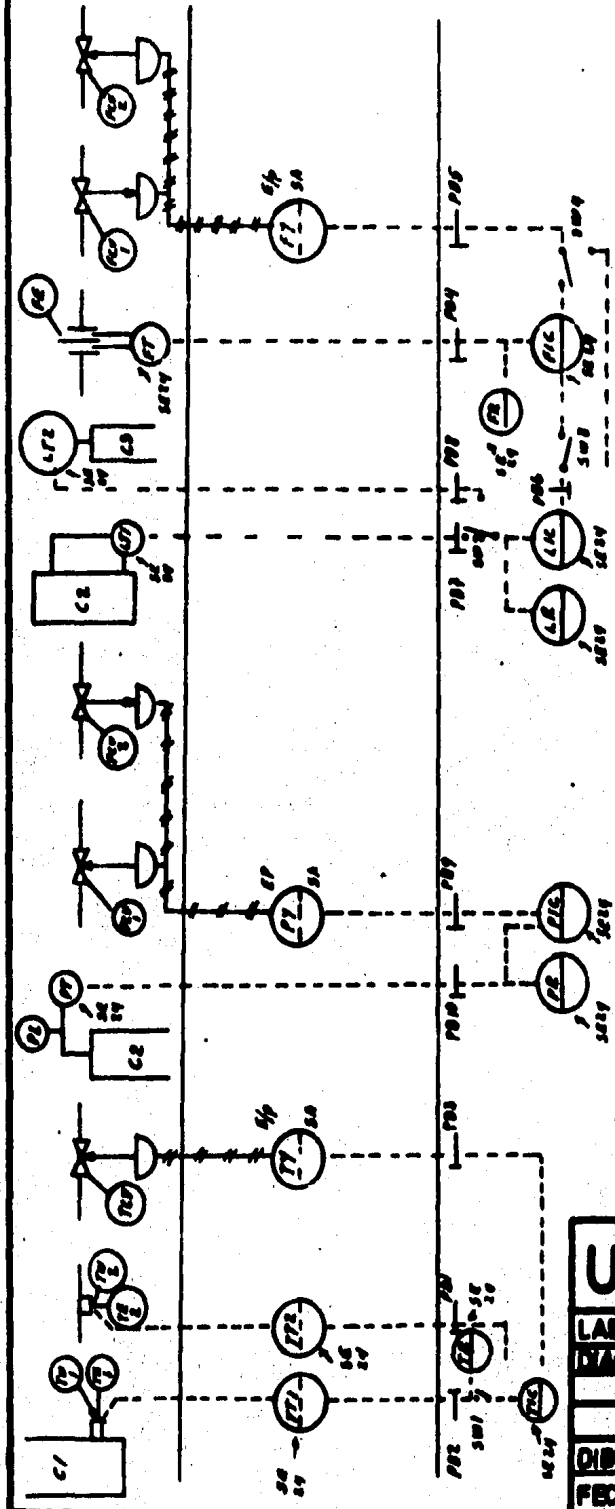


FIG. 6

| | |
|---------------------------------------|--|
| UNAM FESC | |
| LABORATORIO EXPERIMENTAL | |
| DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION Y CONTROL | |
| DIBUJO: R.F.Z.O. APROBO: A.L.R. | |
| FECHA: 8 SEPT. 85 HOJA: 119 | |

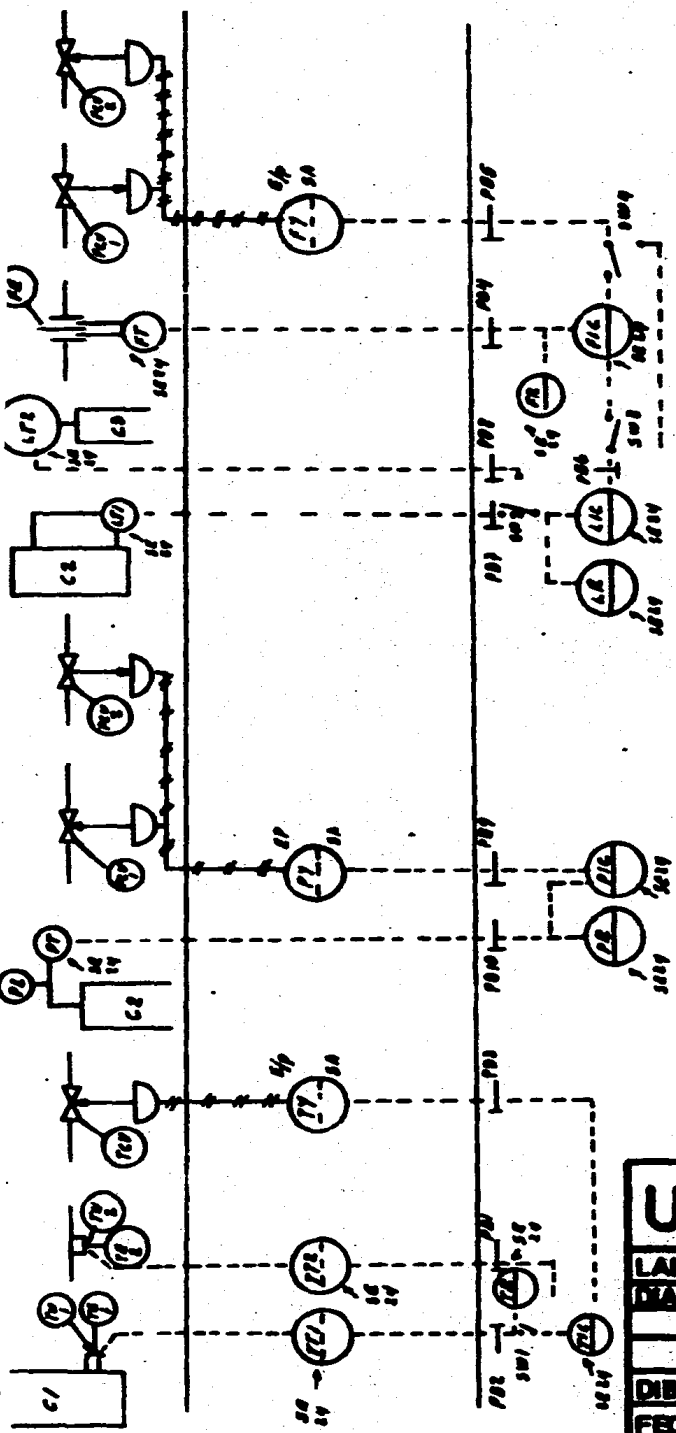


FIG. 4

| | |
|--|--|
| UNAM FESC | |
| LABORATORIO EXPERIMENTAL | |
| DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION Y CONTROL | |
| DIBUJO: R.F.Z.O. APROBO: ALR. | |
| FECHA: 8 SEPT. 85 HOJA: 119 | |

CAPITULO 7

7.- MANUAL DE ARRANQUE Y PARO DE LA PLANTA.

7.1.1. CARGA DE LA PLANTA CON AGUA.

7.1.2. Cerrar las válvulas HV3, HV4, HV6 y HV7.

7.1.3. Abrir las válvulas HV1, HV2, HV5, HV8, HV13. Los tanques C-1, C-2 y C-3 estaran en comunicación entre ellos y la válvula de drenaje HV14 estara cerrada.

7.1.4. Abrir la válvula HV10 para que entre el agua a la planta. El nivel del agua subira en los tanques C-1, C-2 y C-3 el cual se llenara hasta que el tanque C-1 este por arriba de un tercio de lleno y el agua se desbordara perdiéndose.

7.1.5. Cerrar la válvula HV10.

7.2. CONECTANDO EL SUMINISTRO DE AIRE CON EL CONTROL DEL SISTEMA.

7.2.1. Abrir la válvula de suministro de aire a mano derecha de la planta.

7.2.2. Regular el suministro de aire para los diferentes sistemas por medio del regulador.

NOTA: Si hay cualquier posibilidad de que estos ajustes hayan interferido con el funcionamiento de la planta, volver a cerrar el regulador.

7.3. DESPUES DE ARRANCAR LA PLANTA DE CONTROL (STARTING UP)

7.3.1. Drenar la pierna seca del transmisor de nivel LT-1 por medio del hoyo en la clavija del transmisor.

7.3.2. Comprobar el suministro de tinta a las plumas de los registradores.

7.4. ARRANCAR EL SISTEMA DE CONTROL.

7.4.1. Todos los controladores en la posición manual (man) y volviendo los controles de atrás del manual hacia la posición cerrado.

7.4.2. Cerrar primero el aislador cercano al primer panel del control.

7.4.3. El interruptor que da la circulación de la bomba se encuentra a la derecha de la planta.

7.4.4. La primera corrida de la bomba, comprobar que la válvula HV12 este cerrada.

7.4.5. Abrir la válvula que regula el gasto de flujo de agua - fría ante una aproximación de 4 litros/minuto usando la válvula HV10.

7.5. OPERACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO.

7.5.1. Comprobar que la válvula HV5 esta, permitiendo el retorno del flujo del tanque C2 y C3 hacia el C1.

7.5.2. Poner los rotulos de los interruptores como sigue:

SW1 en una u otra posición

SW2 en una u otra posición

SW3 en la posición 1.

SW4 en la posición 2.

Poner FIC en la posición local (L).

El control indicador de flujo FIC es ahora control directo del flujo de las válvulas de control FCV1 y FCV2.

7.5.3. Comprobar la operación de FIC bajo las condiciones del manual del fabricante. Notar que como el ajuste del manual del rendimiento es movido desde 0-100 el indicador del incremento del flujo similarmente de 0-100.

Notar que la válvula FCV2 sea abierta progresivamente y la válvula FCV1 este cerrada, como se muestra por los indicadores en los actuadores de las válvulas. Observar la correspondencia en la variación en el control de presión en los actuadores de las válvulas.

FVC1 es una válvula normalmente abierta y el control de presión se incrementara de 0.2 bar hasta 1.0 bar con el movimiento de la válvula completamente abierta y luego hasta completamente cerrada.

La FVC2 esta normalmente cerrada y la unidad de control de presión en este caso varia desde 0.2 bar hasta 1.0 bar y el flujo es incrementado desde cero hasta el máximo. El sistema es así "seguro de falla" colocando el control de presión en off, perdiendo así la entrega de agua hacia los tanques C2 y C3.

7.5.4. Cambio total de manual a control automatico.

Para esta operación tomar el valor fijo con el controlador de flujo manual. Ajustando el punto con el receptor del punto como indica la escala por medio del control. El interruptor pasarlo de (MAN) hacia automatico (AUI) observar la operación del controlador y notar si hay respuesta al cambio del gasto del flujo.

7.6. OPERACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL.

Esta sección describe el control del gasto de entrega a los tanques C2 y C3 por medio de LIC.

7.6.1. Colocar las perillas de los interruptores en las siguientes posiciones.

SW1 en una u otra posición

SW2 posición 2

SW3 posición 2

SW4 posición 2

El LIC es ahora receptor de la señal de los transmisores LTI y controlador de las válvulas de control FCV2 y FCV2. FIC. obtiene o esta en una indicación pasiva del gasto de flujo a través del FI.

7.6.2. Ajustando el indicador de LIC en 50 y pasando el interruptor de manual hacia automático.

7.6.3. Ajustar operando la válvula HV5, controlando el retorno del flujo desde el tanque C2 hacia C1. Obteniendo un - gasto de flujo bajo, condiciones estables aproximadamente al 50% del máximo como el indicado por el FIC.

7.6.4. Notar la respuesta del sistema cambia de posición del nivel en el tanque C2.

7.6.5. Cambiar el interruptor SW2 hacia la posición 1. Ahora LIC también recibe la señal desde el transmisor en el - tanque C3.

7.6.6. Repetir las secuencia 7.6.3. hasta 7.6.5. notando la poca diferencia en el patron de respuesta del cambio del punto de nivel en C3.

7.7. OPERACION DE LIC Y FIC EN CASCADA.

7.7.1. Colocar ambos controladores hacia manual, ajustando LIC en un rendimiento del 50% en un rendimiento de cero.

7.7.2. Colocar las perillas de los interruptores como sigue.

SW1 en una u otra posición

SW2 posición 2

SW3 posición 1

SW4 posición 1

7.7.3. Colocar FIC en (R) cambiar LIC y FIC de manual a automático.

7.7.4. Repetir las etapas 7.6.3. hasta 7.6.5. Notar la respuesta de el sistema cambiando el nivel de C2 y los cambios del flujo de retorno regulado por la válvula HV5. Notar la respuesta particularmente del sistema en los cambios de la bomba regulada por la válvula HV12.

7.7.5. Repetir 7.7.4. con un cambio el SW2 en la posición 1 LIC estara conectada con el control del flotador del - LT2 (transmisor de nivel).

7.8. OPERACION DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO.

7.8.1. Colocar como arriba el control de nivel en concordancia con 7.6. con el gasto de flujo bajo el control de LIC y el transmisor de presión diferencial usandose.

7.8.2. Cerrar las válvulas HV7, HV8 y HV9 así aislamos el tanque C3 del sistema.

7.8.3. Con el controlador registrador de presión en manual y - no abierta la válvula HV11 así colocamos el transmisor de presión PT en comunicación con el tanque C2. Ajustar la perilla de PIC a cero y cambiar de manual a automático. Con cuidado incrementar la presión en PIC hasta 50 en la escala, mientras se hace esto hay que cuidar el nivel de C2 registrado en LIC teniendolo bajo observación. Si el nivel empieza a llenarse es una indicación que el flujo de retorno del tanque C2 a C1 esta bajo la influencia del incremento de

de la presión del aire en C2 excediéndose en la entrega máxima a la bomba. Cerrar la válvula HV5 hasta corregir esto.

7.8.4. Observar la respuesta de el nivel y del circuito de control de presión cambiando el nivel en LIC y la colocación de la presión en PIC.

7.9 OPERACION DEL SISTEMA DE TEMPERATURA.

El circuito de temperatura puede ser operado con la bomba cerrada y el resto del circuito fuera de acción.

7.9.1. El suministro de agua fría correcto como se dispuso en 7.4.5. asegurar que la válvula HV1 este abierta.

7.9.2. Colocar la perilla de SW1 en la posición 1. El TIC es receptor de la señal de TT1.

7.9.3. Abrir la válvula HV2 y cerrar las válvulas HV3 y HV4. Hay ahora un mínimo de longitud de línea entre el punto de mezcla del agua templada y fría y el TT1. Teniendo un retraso distancia/velocidad mínimo. Notar la respuesta de el sistema en los cambios del punto de temperatura en TIC.

7.9.4. Repetir estas observaciones con la HV3 abierta y las HV2 y HV4 cerradas.

Notar el incremento del efecto de retraso distancia/velocidad.

7.9.5. Repetir con HV4 abierta y HV2 y HV3 cerradas.

7.9.6. Cambiar SW1 a la posición 2. El TIC es ahora receptor de las señales de TT2 localizado en el fondo de C1.

7.9.7. Repetir las observaciones de arriba. Notar si la respuesta es mucho más lenta en el sistema.

7.10. CIERRE Y PARO PROCEDIMIENTO.

7.10.1 El interruptor de los controladores en (MAN) y la salida en cero.

7.10.2 Cerrar la circulación de la bomba.

7.10.3 Apagar la potencia de suministro hacia el panel del control por medio de un aislador por atras.

7.10.4 Cerrar la válvula de suministro de aire, la que esta a mano derecha de la planta.

7.10.5 Cerrar el suministro de agua fría.

7.10.6 Drenar suavemente el receptor de aire.

7.10.7 Si se desea drenar también el agua de la planta.

CAPITULO 8

MANTENIMIENTO Y CUIDADOS

La planta de proceso requiere de un regular y cuidadoso mantenimiento, para que esta opere satisfactoriamente así como también para evitar desperfectos en los instrumentos.

La literatura de los fabricantes de los instrumentos y otros componentes en el control de la planta de proceso de adiestramiento estan enlistados en la bibliografía.

Limpieza General-

Desempolvar la planta regularmente; No permitir la acumulación sobre las superficies de trabajo, guardar la tinta de trabajo en buen estado, tomandola cuando sea necesario.

Mantenimiento Diario-

Cuando se para la planta por más de 24 hrs., antes de volverse a operar es mejor drenar el agua fuera del sistema; para evitar que se formen depositos y el equipo se veria dañado.

Durante cada corrida se drena el filtro de aire, después de corrida remover y lavar las plumas de los registradores.

Es recomendable checar todo el equipo periodicamente siguiendo las indicaciones de los fabricantes.

Checar y Ajustar los siguientes equipos.

Válvulas, Checar y Ajustar-

"CUIDADO" si se va a remover del sistema para evitar cualquier daño, aisle el control de la válvula del sistema y libere toda la presión del cuerpo y del actuador antes de

desarmar la pieza.

Controladores- Checar y Ajustar los controles y los interruptores.

Dependiendo de la operación

Sensor Desplazador-

No permite burbujas de aire o gas en el líquido, del - LT-2.

Ya que el desplazador se vera afectado por los cambios de presión en el recipiente, causando errores en la señal de salida.

Registadores-

Estos requieren limpieza y lubricación. Lubricar el modulo servo y el motor de la gráfica. Se deben limpiar las plumas para evitar manchas en la gráfica con los alambres capilares.

Transmisores de presión absoluta y manometrica, de presión diferencial, de nivel y de flujo.

Estos requieren de poco mantenimiento sin embargo deben de tratarlos con personal calificado para cualquier prueba.

Las terminales de prueba son accesibles al desatornillar la cubierta en el lado terminal. Las terminales estan sujetas permanentemente a la caja y no deben ser removidas. Al removerlas causara que el sello de la caja entre los compartimientos que el sello de la caja entre los compartimientos se rompa. ESTO INVALIDARA LA CONSTRUCCION A PRUEBA DE EXPLOSION DE LA CAJA.

La tarjeta de circuito esta en el lado opuesto, y se -
debe desconectar el transmisor antes de remover la cubier
ta.

Se debe tener mucho cuidado al desarmarlo y no dañar -
los diafragmas de aislamiento, estos pueden limpiarse con
un trapo suave y una solución neutra. No use cloro ni so
luciones acidas, para limpiar enjuague los diafragmas con
agua.

Los procedimientos de calibración para ajustar o cab-
piar estan descritos en la literatura del fabricante.

N O T A: Sólo personal capacitado, debe operar la planta,
si no es así se corre el riesgo de un desperfec-
to.

RECOMENDACIONES

Debido a lo elevado del costo en equipo e instrumentación - para este sistema se haran a continuación algunas observaciones, que permitan evitar el daño a las instalaciones.

- 1.- Actualmente la planta se encuentra localizada en una area - abierta, lo cual implica daño a los controladores y regis-- tradores por la acción del polvo.
- 2.- El libre acceso al equipo permitirá que personal no capaci-- tado accione los instrumentos y en consecuencia desajustan-- dolos pudiendo causar un daño total al sistema.
- 3.- En la prueba hidráulica del sistema se observe que es nece-- sario la instalación de un indicador de flujo en el sistema de alimentación de agua de servicio.
- 4.- Es importante modificar el diámetro de tubería de la descar-- ga de la bomba ya que actualmente presenta una reducción de 3/4" a 1/2", este debe de ser de 3/4, cambiando también el indicador de flujo de 1/2" a 3/4".
- 5.- Se observó que la bomba instalada actualmente no tiene la - suficiente capacidad para manejar el caudal del proceso.

CONCLUSIONES

Considerando que ha la terminación de este trabajo no se -
tubieron con las condiciones para operar la planta las conclusio-
nes y observaciones que tienen son las siguientes:

- 1.- Se puede considerar este trabajo como un manual de opera-
ción de la planta.
- 2.- Dado que la instrumentación y control de proceso es de vi-
tal importancia en la industria y que para los alumnos de
ingeniería química esta materia es opcional. Se pretende
que al cursar los LEM de I.Q. se realicen prácticas en la
planta que permita adquirir los conocimientos básicos en -
esta disciplina.
- 3.- En el equipo instalado actualmente en el LEM se pueden rea-
lizar además investigaciones en el campo de instrumentación
y control.
- 4.- Debido a que el equipo de control posee características -
tales que nos pueden reproducir procesos a nivel industrial
es factible, se dé, capacitación a personal especializado.

Las prácticas que se pueden desarrollar en este equipo y -
que no se tratan en este trabajo son las siguientes:

- a) Función de los controladores de acción derivada, y termina-
ción integral.
- b) Interacción entre las formas de integración y derivación.

- c) Optimización del controlador.
- d) Sistemas de control que involucran distancia/velocidad lenta.
- e) Sistemas que involucran las respuestas retrazadas.
- f) Involucrando ambos sistemas distancia/velocidad y transferencias (lentas).
- g) Válvulas de control y características de flujo.

Los puntos anteriores pueden considerarse temas de tesis.

CAPITULO 11

BIBLIOGRAFIA

- INDUSTRIAL PROCESS CONTROL SYSTEMS
DALER PATRICK & STEPHEN ED. W. FARDO 1a. ED. 1979.
- CHEMICAL ENGINEER'S HANDBOOK
PERRY AND CHILTON ED. Mc. GRAN HILL 1973 5a. ED.
- METODOS EXPERIMENTALES PARA INGENIEROS
J.P. HOLLMAN ED. Mc. GRAN HILL 1977
- MANUALES DE FISHER.
 - CAGELESS 249 SERIES DISPLACER SENSORS /1980.
 - EASY- ϕ CONTROL VALVE BODY / 1968.
 - TYPE 2340 TRANSMITTER /1974.
 - DESIGN EC, EAC, ES, EAS. CONTROL VALVE BODIES.
 - POSITIONER. 3582. /1979.
 - TYPE 657, 667. DIAPHRAGM ACTUATOR SIZES 30-1980.
 - CURSO DE VALVULAS REGULADORES Y CONTROLADORES.
 - CURSO DE INSTRUMENTACION
- MANUALES DE ROSEMOUNT Y WILKERSON
 - INSTRUMENTOS PARA PROTECCION DE SISTEMAS NEUMATICOS
 - DIFFERENTIAL PRESSURE TRANSMITTER
 - ELECTROPNEUMATIC TRANSDUCER INSTRUCTIONS
 - PRESSURE TRANSMITTER.
- MANUALES DE BRISTOL BABCOCK INSTRUMENTS/SYSTEMS.
 - CONTROLLER.
 - TEMPERATURE TRANSMITTER.
 - INSTRUMENT UMBILICALS.
 - AUTO-MAN-CONTROLLER.

- WATT POWER SUPPLIES.
- 1-2-3 pens, STRIP-CHART. RECORDERS.
- DISASSEMBLY OF INSTRUMENTS.
- FLOW RATE TRANSMITTER.