

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



IMPLEMENTACION DE SISTEMAS TIPICOS DE CONTROL DE PROCESOS

INFORME DE INGENIERIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE :

INGENIERO ELECTRONICO

PRESENTADO POR :

JULIO CESAR BORJAS CASTANEDA

PROMOCION 1982 - II

**LIMA - PERU
1999**

A mis padres
A mi esposa Felicita
A mis hijos Diana, Ricardo y Julio

**IMPLEMENTACION DE SISTEMAS TIPICOS
DE CONTROL DE PROCESOS**

SUMARIO

Hoy en día a nivel mundial la industria moderna de manufacturas y procesos crea la necesidad de obtener productos terminados con las garantías de calidad exigidas y en la cantidad suficiente para que el precio del producto obtenido sea competitivo, forzarían a modificar esta hipotética industria, incluyendo en la transformación subsiguiente la automatización del proceso mediante los instrumentos de control y medición.

El presente trabajo trata del diseño de plantas modelo de control de procesos industriales tales como : flujo, nivel, presión y temperatura. Estas plantas seran usadas para efectuar experiencias de control de procesos, donde se considere los parámetro mencionados. También será destinadas al entrenamiento en planta de los operadores de los instrumentos de control y medición.

INDICE

| | pág |
|--|-----|
| PROLOGO | 01 |
| CAPITULO I | |
| INTRODUCCION AL CONTROL DE PROCESOS | 03 |
| 1.1 Introducción | 03 |
| 1.2 Sistemas de control | 03 |
| 1.3 Diagrama de bloques de control de procesos | 06 |
| 1.3.1 Identificación de elementos | 06 |
| 1.3.2 Diagrama de bloques | 07 |
| 1.4 Evaluación del sistema de control | 08 |
| 1.4.1 Estabilidad | 09 |
| 1.4.2 Regulación | 09 |
| 1.4.3 Regulación transitoria | 10 |
| 1.4.4 Evaluación de criterios | 10 |
| 1.5 Las plantas industriales | 13 |
| 1.6 Niveles de automatización en planta | 14 |
| 1.7 Tareas de automatización en planta | 15 |
| 1.8 Características de los procesos | 16 |
| 1.9 Documentación de los sistemas de control | 18 |

CAPITULO II

| | |
|--|----|
| ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS | 19 |
| 2.1 Lazo de automatización de procesos | 19 |
| 2.1.1 Sensores | 19 |
| 2.1.2 Unidad de control | 23 |
| 2.1.3 Actuadores | 24 |
| 2.2 Técnicas para control y supervisión | 25 |
| 2.2.1 Sistemas con microprocesador | 25 |
| 2.2.2 El controlador lógico programable | 26 |
| 2.2.3 Tipos de controladores | 28 |

CAPITULO III

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA

| | |
|--|----|
| DE CONTROL | 32 |
| 3.1 Selección de controladores digitales | 32 |
| 3.1.1 Selección de software y hardware | 33 |
| 3.1.2 Definición de entradas y salidas | 33 |
| 3.1.3 Interface con el usuario | 34 |
| 3.1.4 Consideraciones de software | 34 |
| 3.1.5 Comunicación | 34 |
| 3.1.6 Físicas y ambientales | 35 |
| 3.2 Transductores de presión, instalación y usos | 35 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.2.1 | Salida de un transductor y configuración del cableado | 35 |
| 3.2.2 | Transductores con salidas en milivoltios | 36 |
| 3.2.3 | Transductores con salida de voltaje amplificado | 36 |
| 3.2.4 | Transductores con salida de corriente | 37 |
| 3.2.5 | Cableado de un transductor a salidas de lectura múltiple | 38 |
| 3.2.6 | Cableado de múltiples transductores a una lectora | 40 |
| 3.3 | Selección de válvulas | 41 |
| 3.3.1 | Tipos de válvulas | 42 |
| 3.3.2 | Criterios de selección de la curva característica de la válvula de control | 49 |
| 3.4 | Consideraciones de diseño de los sensores | 51 |

CAPITULO IV

| | | |
|-------|-----------------------------------|----|
| | IMPLEMENTACION DE LOS PROCESOS | 52 |
| 4.1 | Introducción | 52 |
| 4.2 | Planta modelo de control de flujo | 52 |
| 4.2.1 | Criterios | 53 |
| 4.2.2 | Médidor de flujo | 53 |
| 4.2.3 | Válvula de control | 54 |
| 4.2.4 | Rotámetro | 55 |
| 4.3 | Planta modelo de control de nivel | 55 |
| 4.3.1 | Criterios | 56 |
| 4.3.2 | Médidor de nivel | 57 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.3.3 | Válvula de control | 57 |
| 4.3.4 | Rotámetro | 57 |
| 4.3.5 | Consideraciones sobre la bomba de alimentación | 58 |
| 4.4 | Planta modelo de control de presión | 58 |
| 4.4.1 | Criterios | 59 |
| 4.4.2 | Consideraciones sobre el compresor de aire | 59 |
| 4.4.3 | Regulador de presión | 60 |
| 4.4.4 | Válvula de control | 60 |
| 4.4.5 | Rotámetros | 60 |
| 4.4.6 | Acoplamiento a la planta de nivel | 61 |
| 4.5 | Planta modelo de control de temperatura | 61 |
| 4.5.1 | Criterios | 62 |
| 4.5.2 | Tanques | 63 |
| 4.5.3 | Consideraciones sobre la potencia del calentador | 63 |
| 4.5.4 | Sensores y controladores de temperatura | 63 |
| 4.5.5 | Válvula de control | 63 |
| 4.5.6 | Rotámetros | 64 |
| 4.5.7 | Interruptores de nivel | 64 |
| 4.5.8 | Consideraciones sobre bombas de alimentación | 65 |
| | CONCLUSIONES | 66 |

ANEXO A

DOCUMENTACION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL 68

ANEXO B

TIPOS DE VALVULAS 98

ANEXO C

DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION DE LAS PLANTAS DE CONTROL DE
PROCESOS INDUSTRIALES 103

ANEXO D

CARACTERISTICAS DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICION Y
CONTROL 108

BIBLIOGRAFIA 149

PROLOGO

Los procesos industriales exigen el control de la fabricación de los diversos productos obtenidos. Los procesos son muy variados y abarcan muchos tipos de productos: la fabricación de los productos derivados del petróleo, de los productos alimenticios, la industria cerámica, las centrales generadoras de energía, la siderurgia, los tratamientos térmicos, la industria papelera, la industria textil, etc.

En todos estos procesos es absolutamente necesario controlar y mantener constantes algunas magnitudes, tales como la presión, el caudal, el nivel, la temperatura, el pH, la conductividad, la velocidad, la humedad, el punto de rocío, etc. Los instrumentos de control y medición permiten el mantenimiento y la regulación de estas constantes en condiciones mas idóneas que las que el propio operador podría realizar.

En los inicios de la era industrial, el operario llevaba a cabo un control manual de estas variables utilizando solo instrumentos simples, manómetros, termómetros, válvulas manuales, etc., control que era suficiente por la relativa simplicidad de los procesos. Sin embargo, la gradual complejidad con que estos se han ido desarrollando ha exigido su automatización progresiva por medio de instrumentos de control y medición. Estos instrumentos han ido liberando al operario de su función de actuación física directa en la planta y al mismo tiempo, le han permitido una labor única de supervisión y de vigilancia del proceso desde centros de control situados en el propio proceso o bien en las salas aisladas separadas:

asimismo gracias a los instrumentos ha sido posible fabricar productos complejos en condiciones estables de calidad y de características, condiciones que al operario le serían imposibles o muy difíciles de conseguir, realizando exclusivamente un control manual.

El objetivo de este trabajo es el diseño de plantas modelo para el control de procesos industriales tales como: presión, temperatura, nivel y flujo. Estas plantas serán usadas para efectuar experimentos de control de procesos, donde se considere a los parámetros antes mencionados. También estos modelos de tipo industrial servirá para el entrenamiento en planta de los operadores de los instrumentos de control y medición.

El presente trabajo ha sido desarrollado de la siguiente forma: En el Capítulo I se hace una introducción al control de procesos, a los sistemas de control, a los diagramas de bloques, evaluación, plantas industriales, niveles y tareas de automatización y por último la documentación. El Capítulo II trata de los elementos de un sistema de control de procesos tales como el acondicionamiento de la señal, los sensores, elementos de control final y controladores. El Capítulo III trata de las consideraciones para la selección de los elementos del sistema de control tales como los controladores, transductores y válvulas. El Capítulo IV trata del proceso de implementación de las plantas modelo: flujo, nivel, presión y temperatura. El Capítulo V trata de las experiencias de laboratorio con las plantas modelos de control de procesos.

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos al Ing. Cesar Briceño por su paciencia en la asesoría de este trabajo y al Ing. José Inga por su invaluable apoyo.

CAPITULO I

INTRODUCCION AL CONTROL DE PROCESOS

1.1 Introducción

En nuestro país durante muchos años se ha observado que los instrumentos de medición y control de los procesos industriales han estado siendo controlados por operarios en forma manual. Mediante los sistemas electromecánicos se logró automatizar ciertas partes de los procesos, sobre todo los más simples debido a las limitaciones del tamaño de la circuitería. Estos límites son el alto costo de instalación y mantenimiento del circuito electromecánico, y su rigidez o poca flexibilidad a los cambios en la lógica de ejecución, ya que esto implicaría un reordenamiento de los componentes físicos del circuito. Sin embargo hoy en día las empresas se encuentran centrando sus esfuerzos por incrementar la productividad, calidad y disminuir sus costos, se está produciendo un cambio en el enfoque de control y supervisión de los procesos de las plantas, parte de este enfoque es lograr automatizar los procesos en un grado mucho mayor que el obtenido con los tradicionales sistemas de control electromecánico instalados actualmente, con el fin de hacer más eficientes y con ellos ser más productivos, baratos, de mayor calidad y confiabilidad.

1.2 Sistemas de control

La estrategia básica por la cual un sistema de control opera es quizás lógica y natural. De hecho la misma estrategia es empleada por los organismos vivos para

mantener la temperatura, la velocidad de los fluidos y otras funciones biológicas. Este es un proceso natural de control. La tecnología de control artificial fue primeramente desarrollado teniendo al humano como parte integral de la acción de control. Aprendemos a usar máquinas electrónicas y computadoras para reemplazar la función humana. de tal manera que se pueda usar el termino de control automático. La Fig. 1 muestra el proceso que se usa para esta discusión. El liquido es fluyendo hacia el tanque a una velocidad Q_{in} y sale de él a una velocidad Q_{out} . El liquido en el tanque se encuentra a una altura o nivel h . Si el flujo de salida no es exactamente igual al de entrada entonces el nivel variara. Este proceso es propiamente llamado de autorregulación.

El objetivo es regular la altura h a un valor específico, el setpoint H . La altura o nivel es llamada la variable controlada.

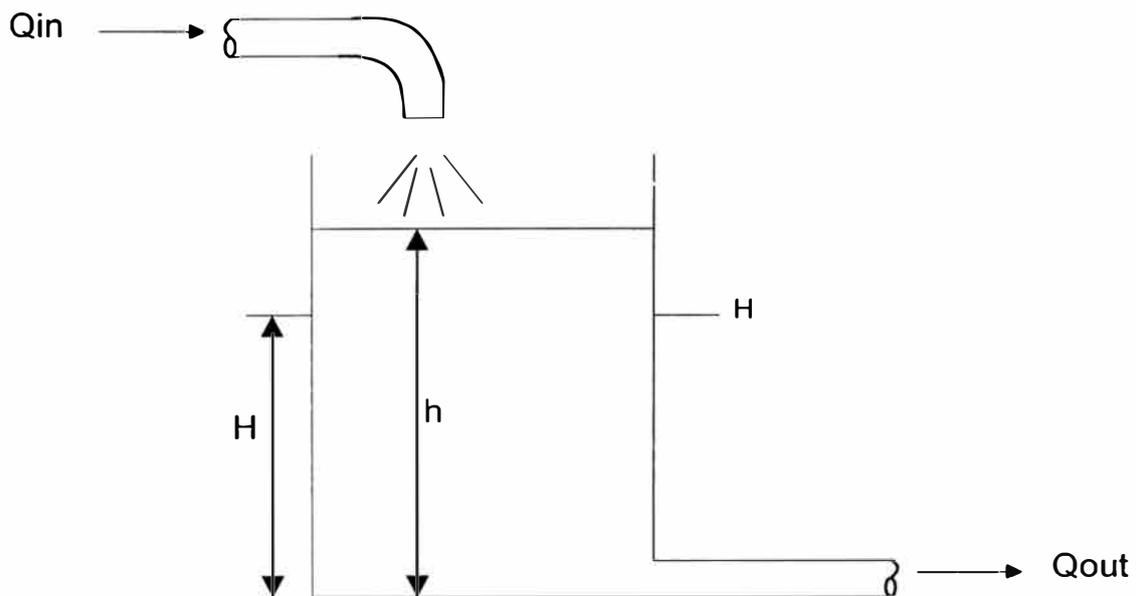


Fig. 1 El objetivo es regular el nivel del liquido en el tanque, de h al valor H

En la Fig. 2 se muestra un sistema modificado que consigue el control artificial del nivel por un humano. El tubo S a sido adicionado como ayuda para que el humano pueda ver cual es el nivel en el tanque y compararlo con el valor del setpoint H el cual ha sido marcado en el tubo. También se ha añadido una válvula para que el flujo de salida pueda ser cambiado por el humano. El flujo de salida es la variable manipulada o variable controlada. La altura puede ser regulada usando la siguiente estrategia: el humano mide la altura en el tubo S y lo compara con el valor del setpoint, luego abre o cierra la válvula para alcanzar el setpoint.

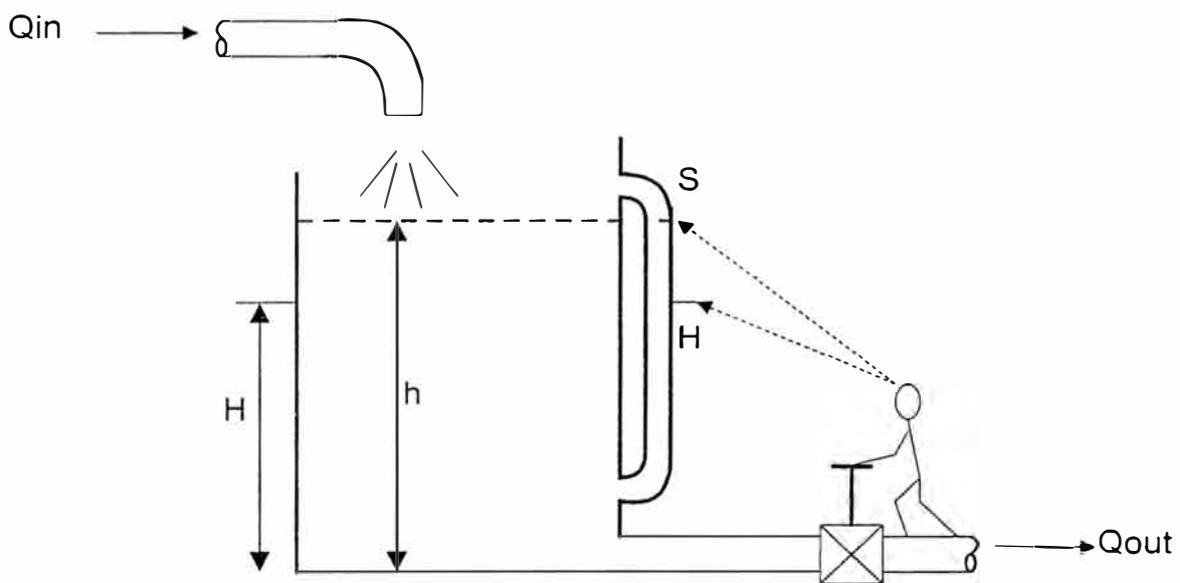


Fig. 2 Un humano puede regular el nivel usando un tubo S comparando el nivel h con el objetivo H y ajustar la válvula para cambiar el nivel

En la Fig. 3 el sistema es modificado agregándole un control automático con máquinas electrónicas o computadoras para reemplazar la operación humana. Se ha agregado un sensor para medir el valor del nivel y entregar una señal proporcional s . Esta señal es proporcionada al controlador y este envía una señal u al actuador para que la válvula se abra o cierre y así se alcance el setpoint.

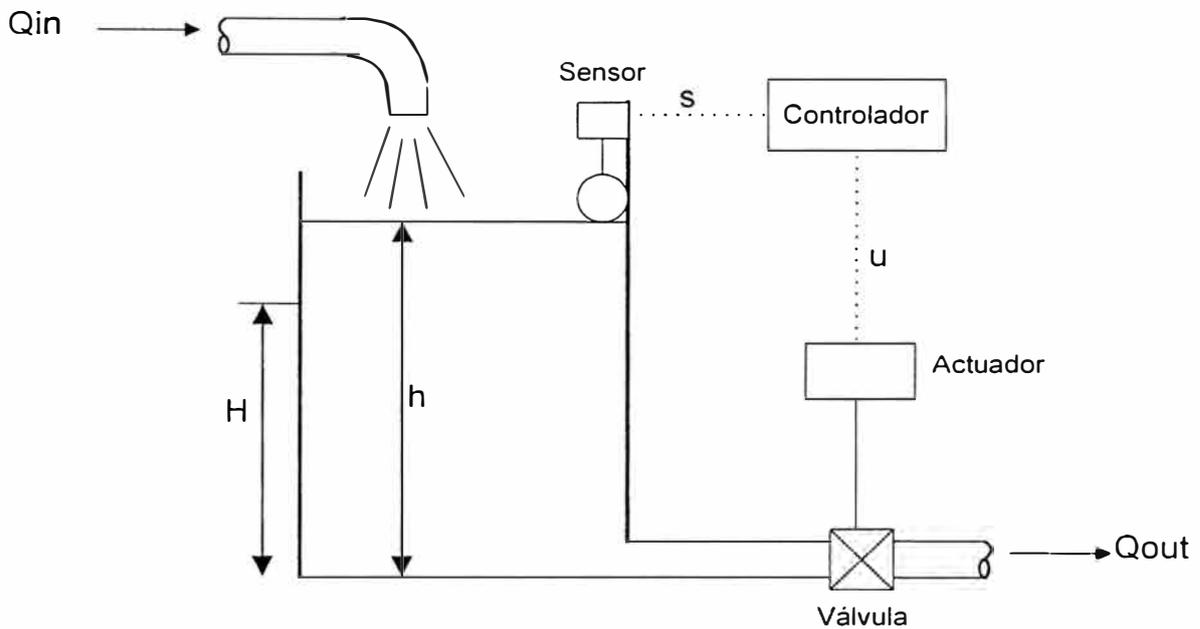


Fig 3 Un sistema de control automático reemplaza al humano por medio de un controlador y un sensor para medir el nivel

1.3 Diagrama de bloques del control de procesos

1.3.1 Identificación de elementos

Los elementos de un sistema de control de procesos son varias partes separadas del sistema.

El proceso consiste en un sistema que ha sido desarrollado para llevar a cabo un objetivo determinado: tratamiento del material mediante una serie de operaciones específicas destinadas a llevar a cabo su transformación. En el ejemplo anterior el flujo del líquido dentro y fuera del tanque, el tanque mismo y el líquido, todos ellos constituyen un proceso que debe ser colocado bajo control.

El medidor es elemento que toma la salida de la variable del proceso y la envía en forma proporcional al controlador para que sea comparado con el setpoint. En el ejemplo esta representado por el sensor.

El detector de error es un punto de suma donde se hace la diferencia entre el setpoint y la señal proveniente del medidor. De acuerdo al error el controlador tomara una acción de corrección.

El controlador compara la variable controlada con un valor deseado y ejerce una acción correctiva de acuerdo con la desviación

El elemento final de control es el dispositivo que ejerce una acción directa sobre el proceso. En nuestro ejemplo es la válvula la que recibe la señal de control del controlador.

1.3.2 Diagrama de bloques

Cada elemento en un sistema de control de procesos esta representado en diagrama de bloques como etapas separadas tal como la Fig. 4.

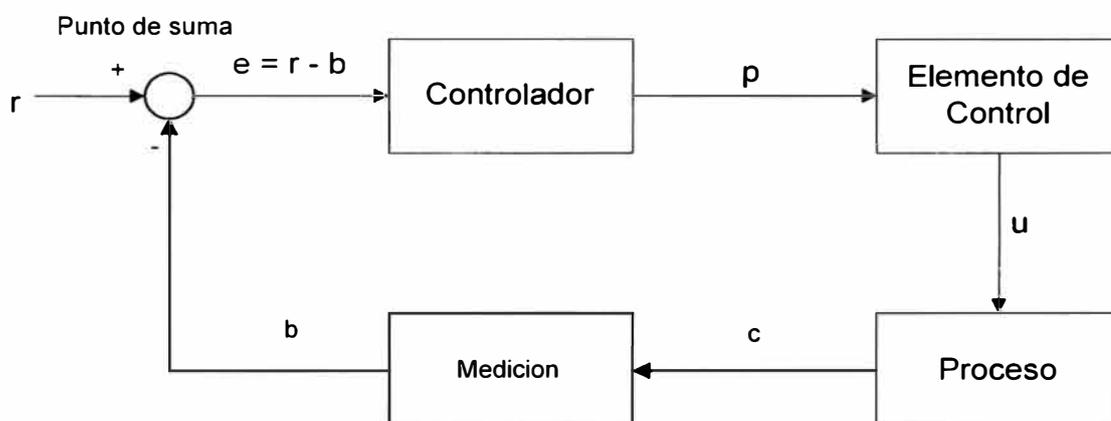


Fig. 4 Este diagrama de bloques de un lazo de control define todos los elementos basicos y señales involucradas

Aquí **r** es la señal de referencia, **e** es el error, **c** es la variable del proceso, **b** es la señal proporcional a la variable del proceso y **p** es la señal regulada por el controlador que actúa sobre el elemento final de control. El propósito de un diagrama de bloques es conseguir que el sistema sea analizado como la interacción

de bloques mas simples. Para mejor ilustración la Fig. 5 es la representación física de un sistema típico de control de nivel y la Fig. 6 es su respectiva representación en diagrama de bloques del control del proceso.

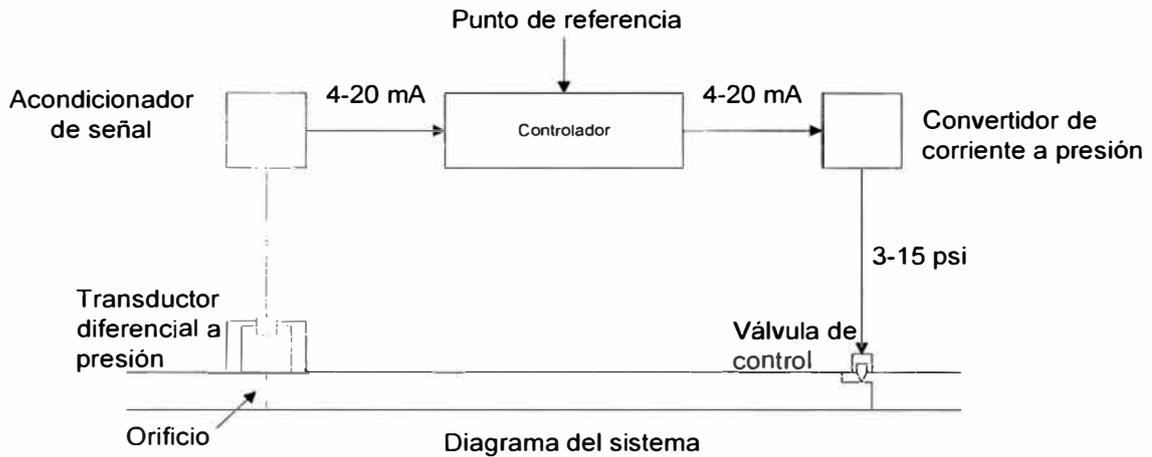


Fig. 5 Diagrama físico del proceso - control

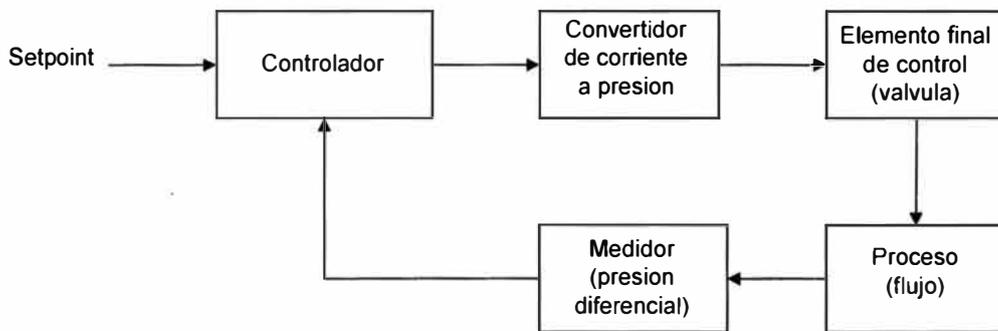


Fig. 6 Diagrama de bloques de un lazo de control

1.4 Evaluación del sistema de control

El objetivo principal de un sistema de control de procesos es hacer que el error sea cero, pero el sistema solo responde a errores de tal manera que el objetivo nunca es

perfectamente alcanzado. La pregunta de evaluación será cuan grande es el error y como varia en el tiempo.

1.4.1 Estabilidad

Un sistema de control puede causar que la variable del proceso sea inestable. La Fig. 7 muestra como un sistema de control mal ajustado puede producir oscilaciones crecientes que constituyen la inestabilidad. El objetivo es que el sistema de control debe ser diseñado y ajustado para que el sistema sea estable.

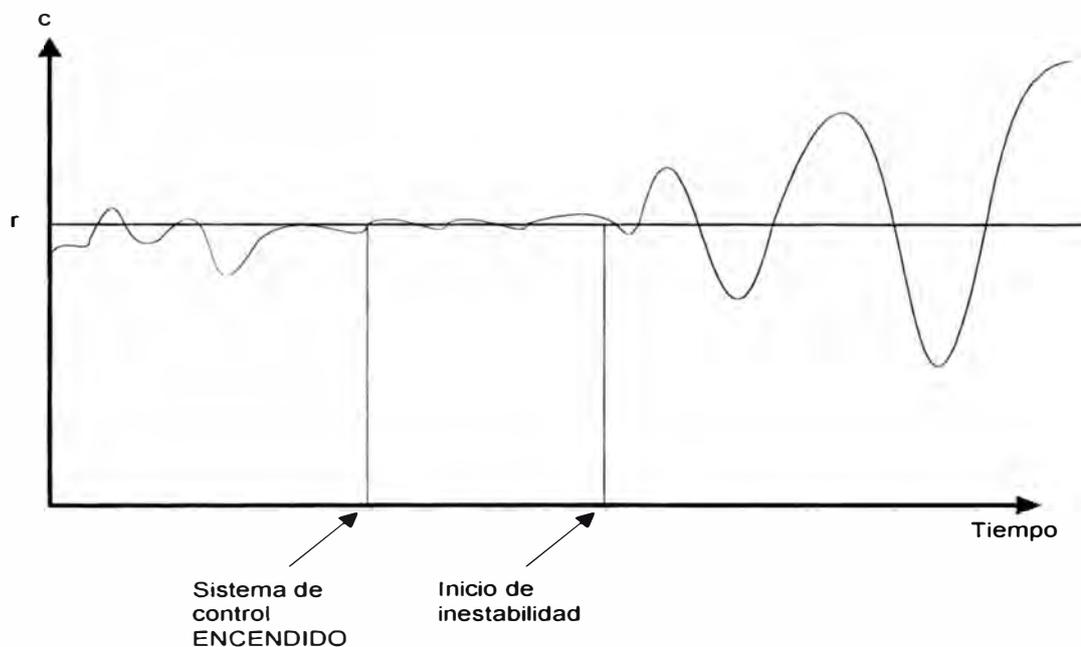


Fig. 7 Si un sistema de control es equivocadamente ajustado, aparece como que el la variable es regulada entonces subitamente se hace inestable

1.4.2 Regulación

El objetivo de la mejor regulación posible es simplemente hacer que el error en estado estacionario sea mínimo. Generalmente en un sistema de control se especifica la desviación $\pm\Delta c$, alrededor del setpoint. Esto hace que las variaciones de la variable del proceso dentro de una banda sean esperadas y aceptables.

1.4.3 Regulación transitoria

Cuando ocurre un evento súbito que hace que varíe la variable controlada, entonces el sistema debe ser capaz de alcanzar el setpoint.

1.4.4 Evaluación de criterios

La pregunta de cuan bien trabaja el sistema de control es respondida asegurando la estabilidad y evaluando la respuesta ante los cambios del setpoint y los efectos transitorios. Un criterio típico requiere que la variable controlada muestre una respuesta como en la Fig. 8 para cambios del setpoint y efectos transitorios.

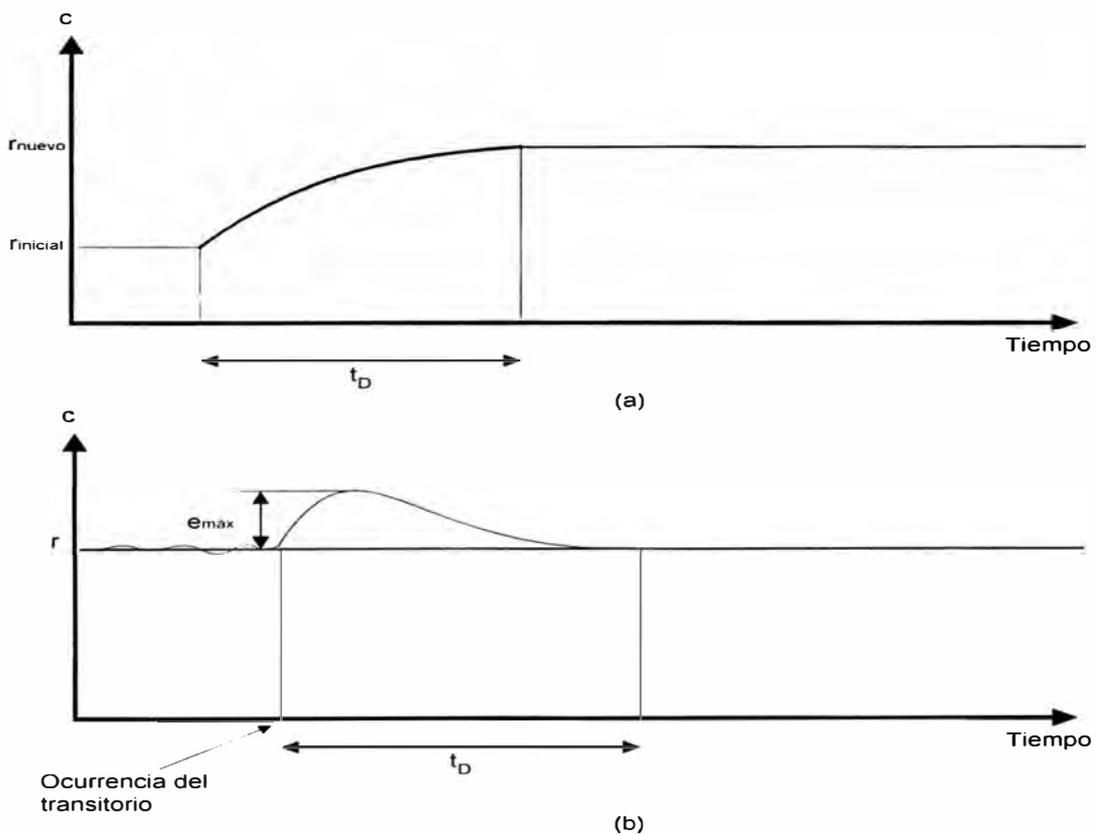


Fig. 8 Un sistema con respuesta sobreamortiguada debera reaccionar al cambio del setpoint o a un transitorio como se muestra en (a) y (b) respectivamente

En este caso el error tiene solo una polaridad y nunca oscila alrededor del setpoint. Aquí las medidas de calidad son el tiempo de duración de la excursión y para el transitorio el error máximo para una entrada dada.

Otros tipos de criterio se aplica en aquellos casos en que la respuesta a un cambio del setpoint o transitorios es como se muestra en la Fig. 9, donde se nota que la variable controlada oscila alrededor del setpoint.

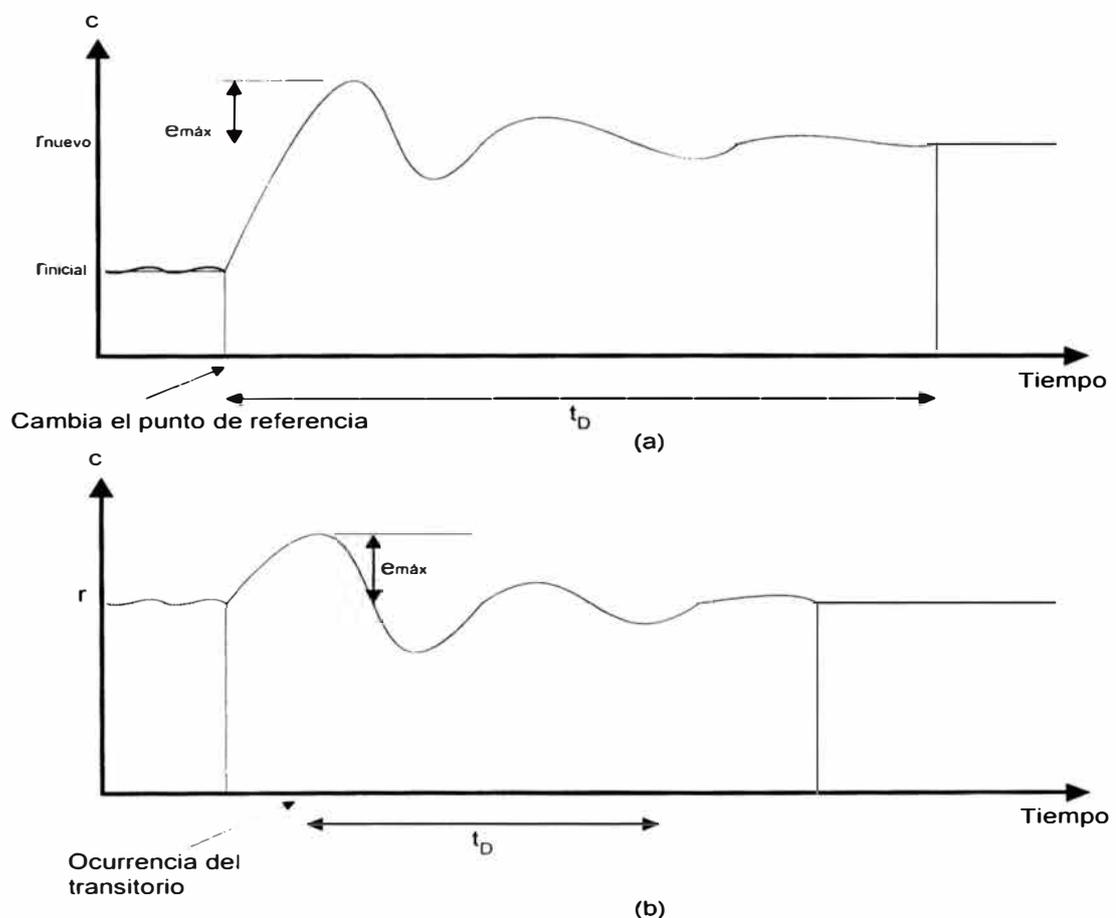


Fig. 9 Un sistema con respuesta subamortiguada debera reaccionar al cambio del setpoint o a un transitorio con oscilaciones como se muestra en (a) y (b).

En este caso los parámetros de interés son el máximo error y el tiempo de duración llamado el tiempo de asentamiento.

La naturaleza de la respuesta es modificada por el ajuste de los parámetros de control, que es llamado sintonía. Los criterios de sintonía cíclica son el área mínima y el cuarto de amplitud.

En el área mínima, la sintonía es ajustada hasta que el área neta bajo la curva sea mínima como se muestra en la Fig. 10. El criterio del cuarto de amplitud especifica que la amplitud de cada pico de la respuesta cíclica debe ser un cuarto del pico anterior.

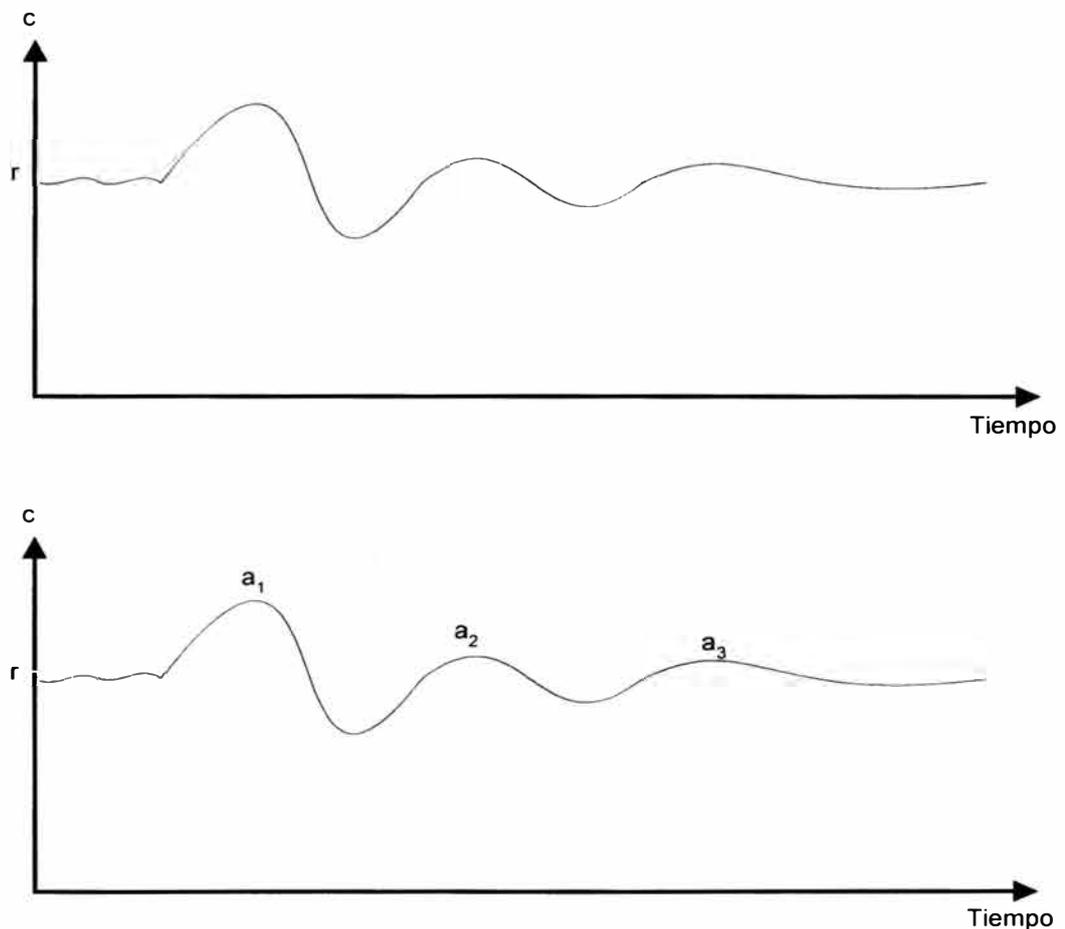


Fig. 10 Dos criterios para juzgar la calidad de la respuesta del sistema de control como son el area minima y el cuarto de amplitud

1.5 Las plantas industriales

En toda instalación de fabricación hay siete subsistemas que cooperan normalmente para asegurar el adecuado funcionamiento del conjunto, estos subsistemas son:

El conjunto de maquinas, equipos o dispositivos que realiza la transformación de las materias primas en productos terminados como pueden ser tanques de proceso, tornos, prensa, hornos, intercambiadores, evaporadores, filtros, etc.

Los elementos de transporte y almacenamiento de los materiales indirectos, materias primas, productos en proceso y productos terminados como son los tanques de almacenamiento, las fajas transportadoras, las tuberías, rieles con carros transportadores, etc. Los cuales para funcionar cuentan con el apoyo de bombas, motores, válvulas u otros.

El conjunto de dispositivos de recolección de datos del proceso como los sensores de presión, temperatura, densidad, viscosidad, nivel, etc. Los cuales nos ayudan a observar el comportamiento del proceso al medir sus variables.

El conjunto de dispositivos que activan las maquinas, equipos, elementos de transporte y almacenamiento como pueden ser botones, switches, contactores, etc. Ellos son conocidos como actuadores.

El sistema de alimentación eléctrica de las maquinas y equipos conocida como la red de alimentación de poder la cual es normalmente de voltajes elevados. Esta red es trifásica en el rango de 380 a 440 voltios aunque en grandes plantas como las del sector minero pueden ser aun mayor, esta red esta compuesta normalmente de relés de sobrecarga, los cables de transmisión, etc.

El sistema de alimentación eléctrica de los sensores y actuadores, conocida como la red de alimentación de control, es monofásica y trabaja normalmente en el rango de 110 a 220 voltios.

El sistema de control y supervisión, que observa la información del proceso, toma decisiones de acción y ordena su ejecución, el sistema puede ser humano, electromecánico o alguna combinación de estos.

1.6 Niveles de automatización en planta

Actualmente existen diferentes grados y niveles de automatización, cada una de ellas se adapta a determinadas, situaciones, requerimientos y posibilidades de cada empresa o industria.

En la operación industrial nos podemos encontrar con mejoras que se deben realizar en sistemas o equipo específico, ya sea: un horno, un caldero, un secador, una máquina de producción o de procesamiento, etc. También las mejoras se pueden realizar en conjunto de esos sistemas. El tratamiento a seguir en uno u otro caso es diferente y las alternativas de automatizar también lo son; pero compatibles entre sí.

En todo caso las técnicas de automatización para uno o más sistemas abarca uno o más de los siguientes niveles:

Nivel 5: Gestión económica

Establece los planes de producción y políticas económicas a seguir en base a: pedidos, recursos, costos y mercado.

Nivel 4: Gestión de factoría

Integra todas las áreas y planifica la producción del conjunto.

Nivel 3: Control coordinador de área

Controla la producción del Area completa, haciendo un balance de materia y energía que se encarga de optimizar.

Nivel 2: Supervisar

Verifica el funcionamiento de un proceso, con todos los lazos de control ligados a este proceso.

Nivel 1: Control o monitoreo local

Comprende a los dispositivos equipos conectados directamente al proceso (unidades locales). Los tiempos de respuesta corresponden a la dinámica del proceso. Involucra las tareas de monitoreo, control y mando secuenciales.

1.7 Tareas de automatización en planta

Se controla que los parámetros o especificaciones de un determinado equipo o sistema, se encuentren bajo un rango de operación; en caso contrario debe dar alguna señal de alarma y/o actuar sobre el sistema. Los tiempos de respuesta corresponden a la dinámica de la producción. Los primeros supervisores se limitaban a dar señales luminosas o sonoras, actualmente existen sistemas que además comunican la ocurrencia de fallas a otros puntos remotos y son capaces de actuar ellos mismos.

Monitoreo

Permite visualizar al usuario las medidas de determinados parámetros para verificar la dinámica o el estado del sistema. Los sistemas de monitoreo pueden ser de uno o

de varios canales según el número de parámetros que se deben visualizar; velocidad, tensión, temperatura, presión, etc. constituyendo básicamente sistemas de medición. Las técnicas clásicas dan visualización analógica, actualmente la lectura puede ser también digital y cuando se basan en sistemas programables, pueden efectuar procesamiento de datos. A estos sistemas también se les denomina unidades de adquisición y procesamiento de datos.

Control de lazos

Se deben mantener uno o más parámetros del sistema a un determinado valor, conocido como “setpoint” o señal de referencia, para lo cual se sigue una estrategia o algoritmo de control. Estos algoritmos pueden ser desde los más básicos, como el de tipo ON/OFF, hasta estrategias más complejas y eficientes como las basadas en algoritmos de control óptimo.

Mandos secuenciales

Son tareas que normalmente siguen una serie de secuencias predeterminadas, las cuales consisten en activar o desactivar determinados mecanismos, cuando se verifican ciertas condiciones conocidas como **condiciones de transición**. Este tipo de comandos inicialmente se realizaban con dispositivos electromecánicos (reles, temporizadores, contactores, etc.). Luego surgieron los PLC's, cuya programación se basa en el diagrama escalera.

1.8 Características de los procesos

En la industria se tiene dos áreas con problemas diferentes en los que la automatización ha evolucionado a ritmos dispares. Por un lado, se tiene a la

industria con procesos de tipo continuo, estos se conocen como **procesos de producción**; por otro lado están los de los de tipo discontinuo en los que se trabaja sobre piezas discretas que luego se usan para obtener equipos o sistemas, es la industria de los **Procesos de Fabricación**.

En el siguiente cuadro podemos resumir algunas de las características de estos procesos.

| Característica | proceso de producción | proceso de fabricación |
|---------------------------|---|---|
| Entradas por sensores | Fuente principal de información valores de variables | Fuente secundaria de información de tipo acontecimiento o tiempo |
| Entradas de origen humano | fuentes secundaria de información consignas | Fuente principal de información Diseños, ordenes, estado de trabajo |
| base de datos | scada | muy grande, siempre creciente y clave para el sistema |
| técnicas de control | Reglamentación y prealimentación, bucles, ganancia, dinámica | manipulación actualización y suministro de grandes volúmenes de información |
| equipo de control | reguladores controladores de lazo | Controladores lógicos programables |

| | | |
|-------------------------------------|---|---|
| interfaces de salida | Estaciones de consigna Válvulas Reguladores de potencia | maquinas-herramientas, robots, equipos de ensayo automático |
| impacto socio-económico- laboral | Modesto | muy grande |
| época de desarrollo | 1960-1975 | 1970-1990 |

1.9 Documentación de los sistemas de control

Todos los diagramas de control de procesos están compuestos de símbolos identificadores y líneas, los cuales no son mas que la representación gráfica de ideas, conceptos y aparatos involucrados en el proceso. A su vez describen las funciones que desempeñan y las interconexiones entre ellos. La referencia a estos símbolos se encuentra el Anexo A.

CAPITULO II ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS

2.1 Lazo de automatización de procesos

En la Fig. 11 se muestran los elementos que conforman un lazo para la automatización y control de procesos:

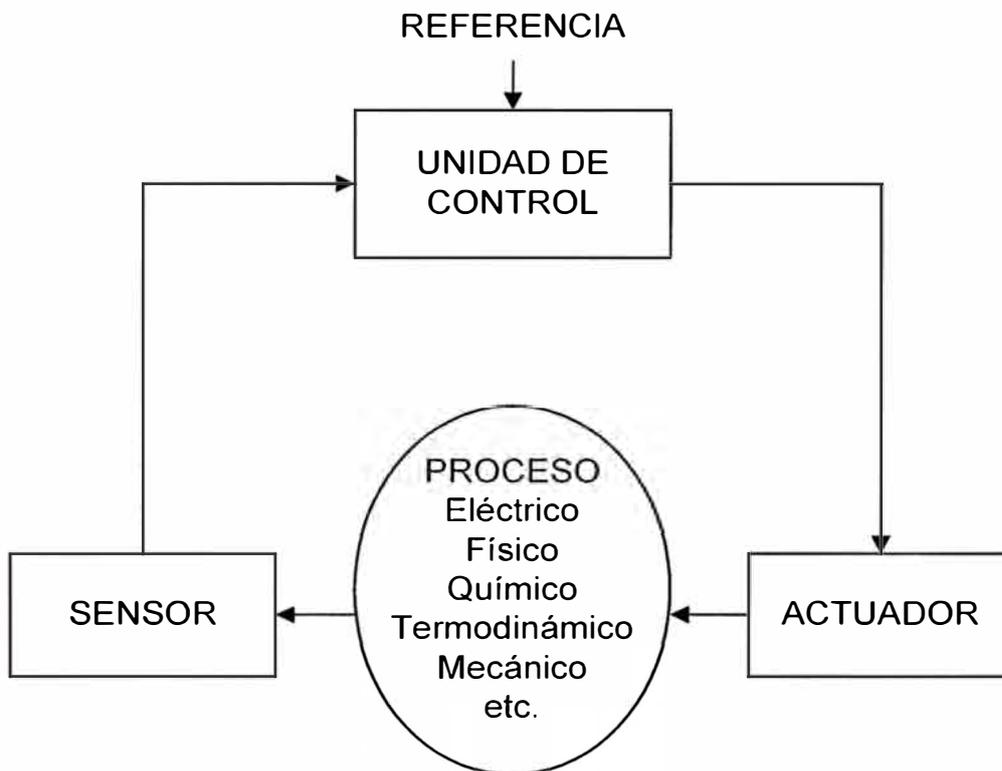


Fig. 11 Lazo de automatización de procesos

2.1.1 Sensores

El sensor es el elemento que convierte un fenómeno físico (presión, calor, velocidad) en una señal eléctrica capaz de representar la magnitud física medida.

En los últimos años el avance de la electrónica, y en forma especial de la microelectrónica, ha permitido el diseño y fabricación de sensores cada vez más pequeños, aplicados a procesos productivos.

En el campo industrial la integración sensor-electrónica permite disponer en la actualidad de una variedad de sensores cada vez más sofisticados que garantizan una medida de precisión (parámetros de medida) aplicados a condiciones de trabajo particulares (parámetros operativos).

Enseguida definiremos algunos conceptos vinculados con estos términos.

Parámetros de medición

- a. Medición.** Acto de medir una magnitud física (realizado por el sensor).
- b. Rango de medición.** Intervalo de valores de medida dentro del cual el sensor funciona con características adecuadas.
- c. Resolución.** El mínimo valor incremental de medida es detectado por el sensor.
- d. Precisión.** Máximo error casual dentro del campo de medición, en condiciones adecuadas de funcionamiento. Viene expresada en unidades absolutas, porcentual del valor leído o del valor del fondo de escala del instrumento.
- e. Sensibilidad.** Viene definida como la relación entre la variación de la señal de salida y la variación de la magnitud física medida.
- f. Tiempo de respuesta.** Es el tiempo (generalmente en segundos) necesario para que la señal de salida cambie a una variación de la magnitud física.

Parámetros operativos

a. Condiciones de Trabajo. Relacionada con el medio de trabajo: Temperatura, Presión, el esfuerzo mecánico y física, humedad, pH, fluidos abrasivos, etc.

b. Tiempo de vida media. Horas de funcionamiento en las condiciones operativas antes que el sensor se malogre.

c. Ancho de Banda de la frecuencia. Es el intervalo de frecuencia en el cual la relación entre la señal de salida y el valor de medida es constante.

Los sensores por el tipo de señal que generan pueden ser:

a. ON-OFF. Que permiten detectar eventos o situaciones discretas, por ejemplo: Sensores de proximidad, termostatos, microswitchs, etc.

b. Analógicos. Donde la señal eléctrica de salida varia en forma continua de acuerdo al cambio producido en la magnitud física medida: Termocuplas, dínamos taquimétricas, sensores de presión, caudal, etc.

c. Digitales. La señal eléctrica es binaria (bits). Ejemplo los encoders.

Los sensores por el principio físico pueden ser:

a. Sensores térmicos. Su principio de funcionamiento esta basado en la temperatura: RTD, termocupla, termistores, cintas bimetalicas, termómetros a gas, termómetros a presión de vapor, dispositivos de estado sólido, etc.

b. Sensores mecánicos. Sensores de posición (potenciometros), sensores de nivel (mecanico, ultrasonico, presión), LVDT, galgas, sensores de movimiento (rectilíneo angular, vibración y shock), acelerometro, etc.

c. Sensores ópticos. Basados en las formas de ondas electromagneticas: fotodetectores (fotodiodos, fotoceldas), pirometros. fuentes ópticas, etc.

La tendencia actual de los instrumentos de medida es la realización del procesamiento en forma local, de la señal eléctrica del sensor y su visualización expresada en unidades físicas del fenómeno medido, temperatura, presión, velocidad, etc. También se considera la posibilidad de transmisión remota en tiempo real de la señal del sensor hacia un sistema concentrador de información, el cual está en capacidad de establecer una comunicación bidireccional con los instrumentos.

El componente electrónico que ha permitido la fabricación y el desarrollo de la instrumentación industrial moderna es el microprocesador, de gran difusión y bajo costo.

Los sistemas de medida están en grado de procesar la información del sensor, efectuar la visualización de la medida, crear en memoria una base de datos con las medidas y comunicarse con sistemas remotos para el intercambio de información.

La interface sensor-microprocesador depende del tipo de sensor utilizado en el instrumento.

Si es ON-OFF o digital la interface es directa, en cambio para el caso de sensores analógicos se utilizan convertidores analógicos digitales (A/D). La conversión A/D puede ser realizada en forma externa al microprocesador o en su interior (llamándose en estos casos microcontroladores).

La visualización de la medida se realiza en displays de cristal líquido, garantizando una presentación adecuada de los datos.

La comunicación del instrumento con el sistema controlador puede ser analógica (lazo de corriente de 4 a 20 mA), digital paralela o digital serial (RS232 o RS485).

Una instrumentación más sofisticada utiliza un medio de comunicación: fibra óptica, microondas, MODEM, etc. En la Fig. 12 se muestra esta relación en forma esquemática.

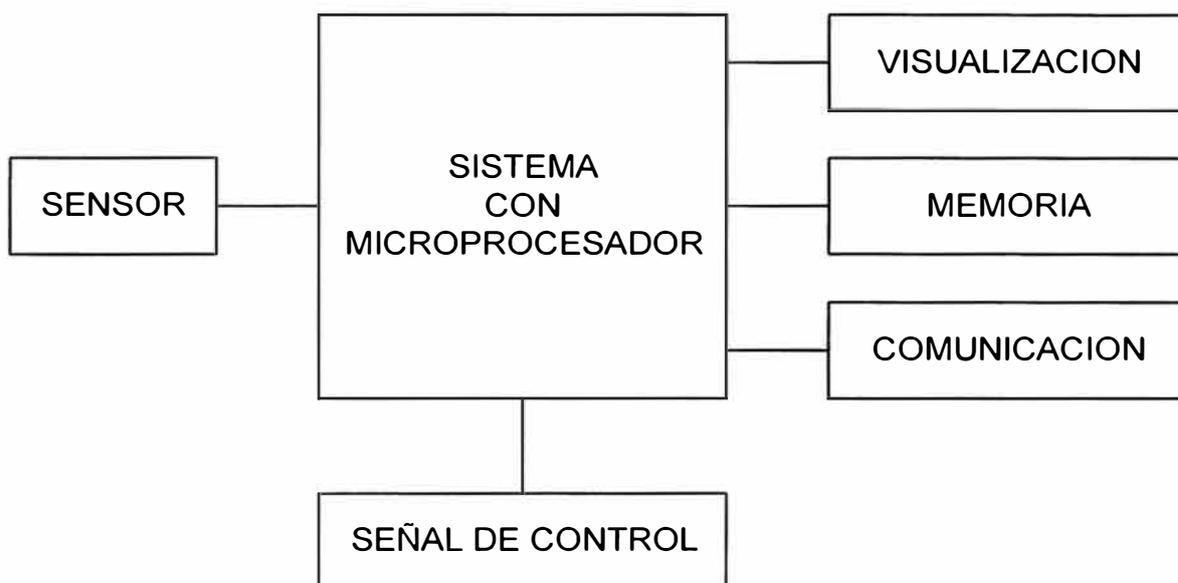


Fig. 12 Diagrama de bloques de un sistema de medición y control con microprocesador

2.1.2 Unidad de control

La unidad de control se encarga de generar una señal de salida a partir de la señal proveniente del sensor de acuerdo a un algoritmo preestablecido (llamado consigna o estrategia de control), con el fin de mantener las variables controlada del proceso dentro de un valor de referencia definido por el usuario.

La tecnología actual que utiliza para implementación de unidades de control se basa en sistemas con microprocesadores que de acuerdo a la complejidad tanto del

proceso como de la estrategia de control, son seleccionados por su velocidad y capacidad de procesamiento, siendo los principales fabricantes Intel y Motorola.

2.1.3 Actuadores

El bloque de actuadores se encarga de convertir la señal proveniente del control en una señal capaz de mantener la variable del proceso dentro de la referencia establecida. Los actuadores industrialmente más utilizados pueden dividirse en: neumáticos, oleodinámicos, eléctricos, electromecánicos, electrónicos.

La tecnología actual tiende a mejorar el diseño y construcción de actuadores haciendo uso ya sea de nuevos materiales como de los adelantos en la electrónica.

Un ejemplo es la aparición de motores tipo Brushless los cuales, trabajando en corriente alterna, tienen mejores prestaciones en consumo y costo que los tradicionales motores de inducción. Tienen aplicaciones en sistemas donde se requiere elevada precisión y velocidad, como en la robótica.

Los accionamientos eléctricos para motores tal como se muestra en la Fig. 5 se han

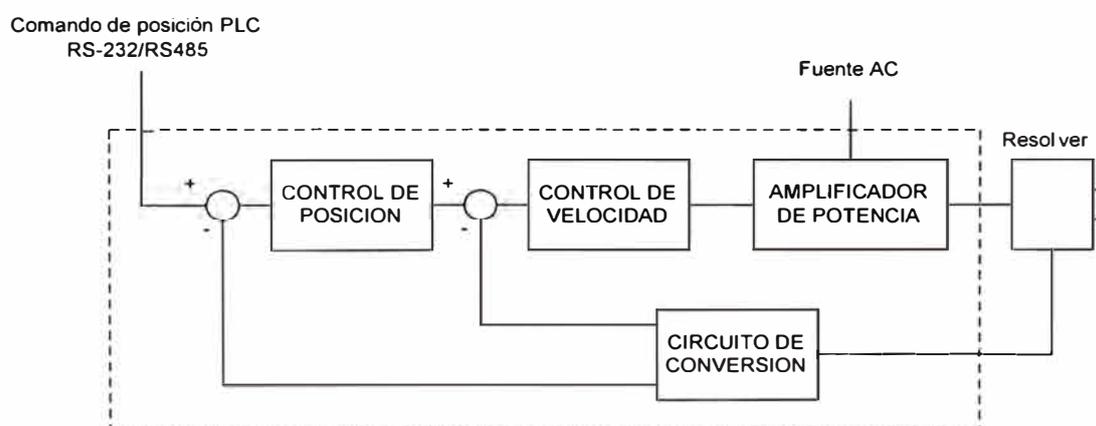


Fig. 13 Accionamiento eléctrico para motores

constituido en uno de los elementos importantes dentro de la automatización industrial. en la actualidad, gracias a la tecnología digital, los accionamientos cuentan internamente con su propio sistema de medida y control, facilitando la implementación de un Sistema de Control Distribuido.

2.2 Técnicas para control y supervisión

El desarrollo tecnológico producido en las áreas de informática y electrónica, han permitido disponer de equipos necesarios para aplicar estas tecnologías al campo de la automatización industrial; que podemos definir como la aplicación de tecnologías modernas a las diferentes operaciones de un proceso industrial, como pueden ser operaciones de medición (instrumentación), supervisión de planta, programación y control de equipos, supervisión de sistemas conectados en red, etc.

Los equipos utilizados en sistemas de control y supervisión son:

- Sistemas de aplicación específicos en base a microprocesadores
- Controladores lógicos programables (PLC)
- Sistemas de control distribuido (DCS)
- Computadoras personales (PC)

2.2.1 Sistemas con microprocesador

Los sistemas con microprocesador están orientados al control individual de variables físicas dentro de un proceso: Temperatura, presión, velocidad, flujo, pH, etc. El avance de la técnica digital ha permitido la aparición de la instrumentación “inteligente”, capaz de realizar no sólo la medición, sino también la generación de una señal de control para mantener la variable física dentro de una consigna o

referencia. estos sistemas al principio eran desarrollados por fabricantes de sensores, con la finalidad de aplicar la electrónica digital a la instrumentación.

En la actualidad la instrumentación inteligente permite la lectura de un número apreciable de variables analógicas (entre 8 y 16) y la generación de 2 a 4 señales de control.

2.2.2 El controlador lógico programable, PLC

El PLC es un sistema electrónico de aplicación industrial desarrollado en torno a un microprocesador. Recibe como información de entrada los estados de sensores y/o transductores (presión, temperatura, velocidad, posición, etc.) que se encuentran a lo largo del proceso, a partir de esta información, y de acuerdo a un programa en ejecución, genera señales de salida que permiten activar actuadores como pueden ser: motores, electroválvulas, contactores, relays, sistemas neumáticos, oleodinámicos, etc.

Técnicamente un PLC es considerado como un instrumento de informática industrial, con las siguientes características principales:

- a.- Diseñado para realizar todas las operaciones principales de automatización: Control, supervisión y regulación.
- b.-Previsto para operar en tiempo real, garantiza una recolección de las señales de entrada casi en forma instantánea y un procesamiento en tiempo real de las variables de control.
- c.-Diseñado para trabajar en ambiente industrial, caracterizado por condiciones especiales de operación: Ruido eléctrico, alta/baja temperatura, vibraciones mecánicas.

d.-Flexibilidad: Se adapta fácilmente a una amplia gama de aplicaciones, debido a que su operación depende directamente del programa que se diseñe.

f.-Comunicación en red: Pueden interconectarse, con un conjunto variado de dispositivos de entrada/salida, tales como Instrumentación inteligente, computadoras personales, PLC's compatibles, etc. permitiendo configurar un sistema distribuido de supervisión y control.

Los módulos de entrada constituyen la interface entre el proceso y el PLC, se dividen en tres categorías: Discretos, Analógicos y especiales (módulos inteligentes).

El PLC cuenta con un software de programación para la elaboración de un programa con la secuencia de estados que definen el funcionamiento del proceso, el lenguaje de programación depende del tipo de controlador lógico programable y el método empleado para obtener la descripción del funcionamiento del proceso.

En la actualidad los fabricantes de PLC's proveen software que permiten desde un PC programar al PLC, considerando rutinas de autotest, verificaciones de errores y simulación de funcionamiento.

La operación de supervisión mediante los PLC se realiza mediante tableros de control que permiten la comunicación usuario PLC a través de pulsadores y luces para visualizar el estado del proceso: por ejemplo motores en funcionamiento, sistemas neumáticos activados, iniciar el funcionamiento de algunas partes del proceso, alarmas, etc.

Hoy en día es posible interfacear al PLC con computadoras personales facilitando mejorar la operación de supervisión de la planta. Paquetes informáticos orientados a

la comunicación PLC-PC permiten el diseño de páginas gráficas que describen mediante animación por vídeo el funcionamiento de las diferentes operaciones del proceso; la actualización en tiempo real de los datos en el vídeo; memorización de las variables del proceso con la posibilidad de obtener datos estadísticos en la línea. Una de las ventajas importantes de supervisar un PLC mediante un PC es la posibilidad de poder cambiar los parámetros de control dentro del PLC, facilitando, por ejemplo, el cambio de funcionamiento de la línea de producción de una industria alimentaria de acuerdo a una receta.

2.2.3. Tipos de controladores

Existen dos tipos de controladores: El controlador Digital y el Controlador Analógico.

El controlador analógico procesa información analógica, donde todas las funciones son implementadas por elementos pasivos (resistencias, condensadores, inductancias, etc.) y elementos activos (transistores y amplificadores operacionales), cada función es operada continuamente por un circuito analógico de ese tipo.

El controlador digital contiene el microprocesador y la memoria principal, comunicados entre sí y con los periféricos, a través de tres conductos o canales de señales o buses: el bus de datos, el bus de direcciones y el bus de control. En la Fig. 14 puede observarse el esquema general de un controlador digital. Existen controladores digitales individuales, en particular para procesos discontinuos, que llevan a cabo un control multifuncion, actúan como instrumentos reguladores (para variables como la presión, el caudal, el nivel, la temperatura,...), con control lógico

y control secuencial. efectúan operaciones aritméticas, monitorizan entradas y salidas, y tienen capacidad gráfica con representación Del balance de materias. Este tipo de controladores permiten incluso la creación de software para definir todos los enclavamientos y secuencias de la operación.

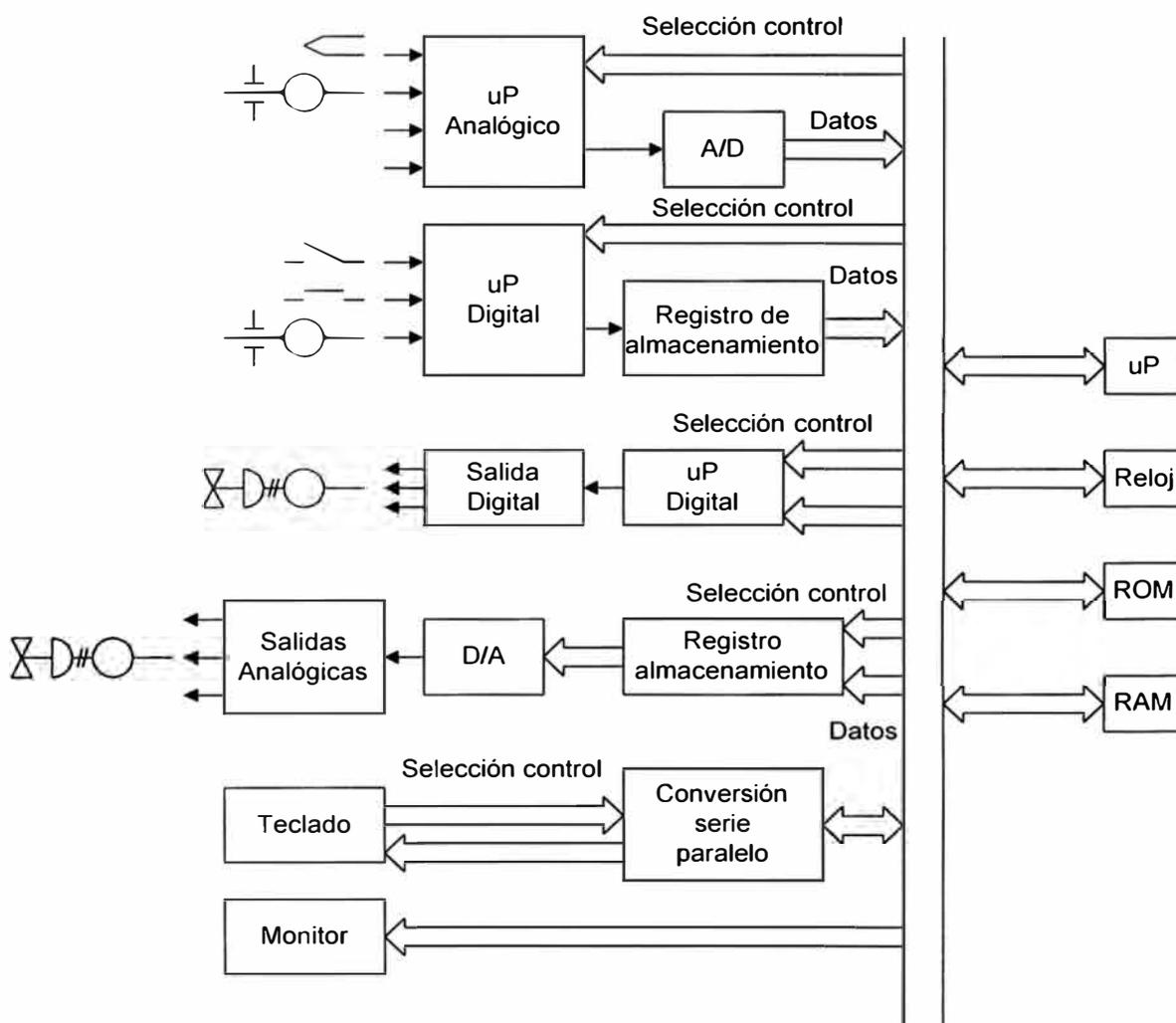


Fig. 14 Controlador digital

Los controladores digitales, al estar dotados de microprocesador, realizan directamente las funciones de control y no precisan de ningún otro instrumento.

Los controladores digitales permiten el ajuste de sus acciones de control ante las perturbaciones periódicas del proceso. Por este motivo pueden trabajar con varios algoritmos de control P+I+D. Son configurables a través del teclado, pudiendo realizarse en general, las siguientes selecciones:

- Filtrado digital de la señal de entrada.
- Presentación de la variable en unidades seleccionables.
- Selección de acción directa (al aumentar la variable aumenta la señal de salida) o acción inversa (al aumentar la variable disminuye la señal de salida).
- Selección del tipo de control todo - nada, P, PI, PD, PID y de otros algoritmos.
- Limite en la acumulación de la acción integral en procesos discontinuos.
- Corrección de emisividad en la medición de temperatura por pirometro de radiación.
- Seguimiento del punto de consigna.
- Autoajuste de las acciones de control.
- Seguridad contra manejo no autorizado.
- Autodiagnostico.

Los controladores digitales forman también parte Del control distribuido, en el que uno o varios microprocesadores controlan las variables que están repartidas en la planta, conectados, por un lado, a las señales de los transmisores de las variables y, por el otro, a las válvulas de control.

En este caso, análogamente a las demás variables de la planta, el operador puede cambiar el punto de consigna, modificar los valores de las alarmas, los valores de las acciones de control PID, visualizar el gráfico del lazo de control PID, visualizar

el gráfico del lazo de control, cambiar los márgenes de medida de los transmisores y de las alarmas, examinar la bondad del control, visualizar las curvas de tendencia de las variables, etc. Y desde el punto de vista de mantenimiento, puede ser avisado por el sistema si se presenta algún fallo en los instrumentos o en el cable de comunicaciones, o examinar su buen funcionamiento cuando lo desee.

Los controladores programables digitales sustituyen a los relés convencionales utilizando un software en lenguaje especial basado en la lógica de relés.

Existe una tendencia por parte de los fabricantes de instrumentos y del mercado en el uso de controladores capaces de controlar individualmente una unidad de operación de la planta. Por ejemplo, el control de un reactor o el control de un horno, o el de un compresor.

En este sentido, el controlador debe manipular una serie de entradas y de salidas y debe efectuar varias operaciones y cálculos de control para los lazos de la unidad de proceso, aparte de proporcionar las secuencias de enclavamientos de bombas y de válvulas todo - nada del proceso. Como estas operaciones deben poder realizarse para diferentes tipos de unidades de proceso, se sigue que el llamado controlador universal puede estar formado por computadores personales o bien por computadoras especiales con el adecuado hardware, bien estudiado por el suministrador, para que el usuario no tenga especiales dificultades al programar el software necesario en su proceso. Los sistemas expertos prometen ser el futuro de los controladores universales al tener la posibilidad de incorporar gradualmente la experiencia ganada por el usuario en cada unidad de proceso.

CAPITULO III CRITERIOS PARA LA SELECCION DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1. Selección de controladores digitales

Antes de comprar un controlador digital debemos de conocer el tipo de utilización y sus requerimientos de este, haciéndonos por ejemplo las siguientes preguntas:

- a.-** El tipo de aplicación que se va implementar.
- b.-** Se va sustituir un controlador existente ó se va implementar una aplicación nueva.
- c.-** La cantidad de entradas y salidas que posee la aplicación.
- d.-** El controlador debe realizar diagnostico automático y cual será la acción que realizará en caso de falla.
- e.-** El controlador deberá comunicarse a través de una red con otros equipos o comunicarse en serie con un computadora.

Un controlador digital podemos caracterizarlo teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Entradas: Tipos y número
- Salidas: Tipos y número
- Operación: Número de lazos monitoreados
- Display /gráfico de barras

-Teclado de control

-Led de alarma/falla-Autodiagnostico: Acción en caso de falla Manual

-Configuración: Capacidad funcional
 Modos y medios
 Tiempo de procesamiento

-Comunicación: Tipo

-Alimentación Consumo total

3.1.1 Selección de software y hardware

En la selección de un controlador es necesario considerar no solo las necesidades actuales sino también las futuras modificaciones o ampliaciones de la planta. Con estas consideraciones la necesidad de compatibilizar el controlador con las expansiones futuras podrá fácilmente ser resuelto mediante la adición de una adecuada interface. Una consideración de la conexión en red podrá permitir la integración futura de cada controlador en un sistema de control integral o distribuido de la planta. Si esto no es evaluado el sistema de control puede llegar a ser rápidamente en inadecuado, obsoleto y limitado.

3.1.2 Definición de entradas y salidas

En este caso se debe conocer el tipo de dispositivos discretos y/o analógicos que serán monitoreados, controlados y procesados.

Es este efecto es necesario conocer el diagrama eléctrico del proceso que se va a controlar.

Para la determinación del tipo de tratamiento que necesitarán las señales analógicas de entrada resulta importante conocer el de señal y su origen.

3.1.3 Interface con el usuario

La configuración y grado de complejidad en la comunicación controlador -usuario depende de la aplicación. en general es deseable que el equipo cuente con un teclado de control, para cumplir con las funciones deseadas sin complicar demasiado la operación.

3.1.4 Consideraciones de software

Durante la implementación y operación de los sistemas de control, el usuario deberá configurar y/o programar el controlador. Ya que estas tareas son de suma importancia se debe tener sumo cuidado de las capacidades con las cuenta el software del producto que se va a escoger.

En lo posible el equipo debe contar con el soporte necesario para el monitoreo de las variables con la ayuda de un computadora.

En el mercado existen muchos paquetes que facilitan el trabajo con los controladores en diversos aspectos, como los de:

- Programación
- Supervisión
- Monitoreo gráfico de las variables en un sistema de control.

3.1.5 Comunicación

Se debe determinar el tipo de comunicación con el que se desea trabajar, determinar el tipo de conexión o instalación: Control distribuido, control centralizado o individual de un proceso. El tipo de red y de protocolo que se desea utilizar.

3.1.6 Físicas y ambientales

La ubicación de un controlador es muy importante en la selección del mismo. Si el ambiente de operaciones es reducido las dimensiones del controlador deben ser considerados.

Las consideraciones ambientales tales como la temperatura, suciedad, humedad, pueden afectar las operaciones del controlador

3.2 Transductores de presión, instalación y usos

Los problemas y preguntas más comunes que se deben resolver en la instalación y usos de los traductores son:

- a.- Salidas del transductor y su cableado.
- b.- Cableado de un transductor a múltiples registradores de salida, ó computadoras.
- c.- Cableado de un transductor a un registrador de salida; o una computadora.
- d.- Uso de señal de miliamperios con instrumentación de entrada de Voltaje.
- e.- Determinación de cuantos transductores pueden ser alimentados desde una fuente de potencia.

En seguida analizaremos cada uno de estos puntos:

3.2.1 Salida de un transductor y configuración del cableado

Los transductores tienen tres tipos de salidas eléctricas: milivoltios (mV); Voltios (V) y Corriente (mA). Es importante conocer esto para saber que tipo de transductor se podrá utilizar.

A continuación describiremos las ventajas y desventajas y tipos de cableado para cada uno de estos tipos de transductores.

3.2.2 Transductores con salida en milivoltios: son generalmente usados en aplicaciones de laboratorio.

Son de bajo costo; pequeños en tamaño y requieren de una fuente de poder regulada. Recordemos que una señal de milivoltios es un valor bajo por lo que su uso esta limitado a distancias muy pequeñas (60 m es usualmente considerado como una distancia limite). Estas señales están muy propensos a perderse por interferencias eléctricas desde otros puntos o señales (que pueden ser otros instrumentos; líneas de alto voltaje; etc.). El cableado típico se muestra en la Fig. 15.

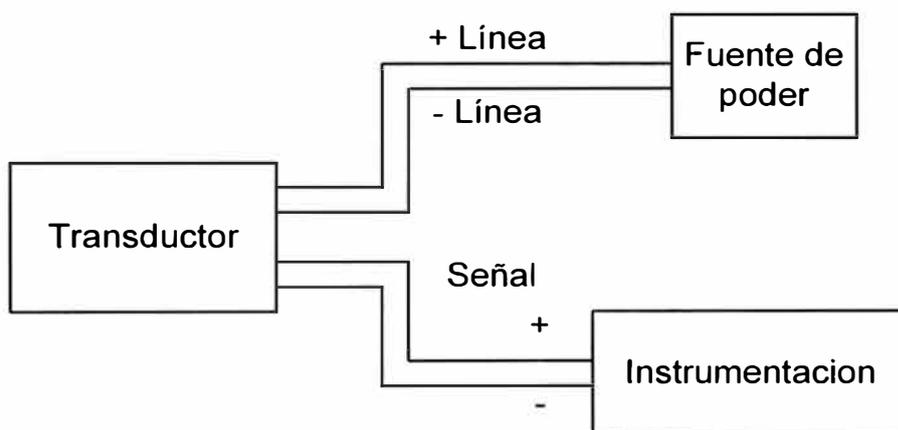


Fig. 15 Cableado típico de transductor
con salida de milivoltios

3.2.3 Transductores con salida de voltaje amplificado

Son generalmente usados en sistemas de interface con computadoras y donde una señal de alto voltaje en DC sea requerido.

Debido a su acondicionamiento de esta señal, este tiene un alto costo y pueden ser usados en distancias más grandes que las salidas en mV.

Pueden ser usados en media distancia y son mucho más inmunes a ruidos eléctricos.

3.2.4 Transductores con salida de corriente

Son usados generalmente en ambientes industriales (caracterizados por sus condiciones de trabajo pesado); siendo los más comúnmente usados en los sistemas de control.

Los transductores con salida de corriente son comúnmente llamados “transmisores”.

La pregunta común que se hace es cual es la diferencia entre un transductor y un transmisor.

Un transductor produce milivoltios ó aplica voltaje; un transmisor solo produce salidas de corriente.

Debido a su construcción y acondicionamiento de señal, el transmisor tiene un costo elevado, pero se usa en distancias tan largas como los de mV o los de Voltios; sin embargo estos transmisores son inmunes a los ruidos eléctricos, lo cual es una característica muy importante en el caso de fabricas. El cableado típico es el que se muestra en la Fig. 16.

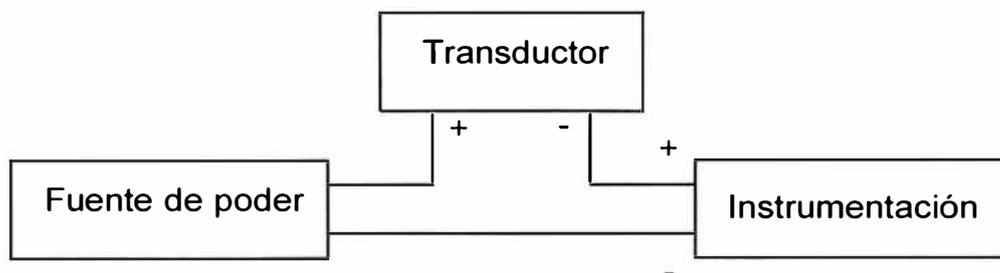


Fig. 16 Cableado típico de un transductor con salida de corriente

3.2.5 Cableado de un transductor a salidas de lectura múltiple

Una de las grandes ventajas de una señal de corriente es la simplicidad de conectarse en sistemas “multi-instrumento”. Transmisión a largas distancias entre instrumento e instrumento sin interferencia eléctrica lo que hace un sistema multi-instrumento sencillo.

Por ejemplo un centro de control de materiales podría tener un solo centro de control para todos los test de los materiales, posibilitando las operaciones desde un solo local central.

La calibración de los instrumentos y la localización de fallas es simple en un lazo de multi-instrumentos de corriente.

La única limitación para el número de instrumentos es la cantidad de voltaje de la fuente de poder. El mínimo voltaje requerido esta determinado por la ley de Ohm.

Esto se muestra en la Fig.17.

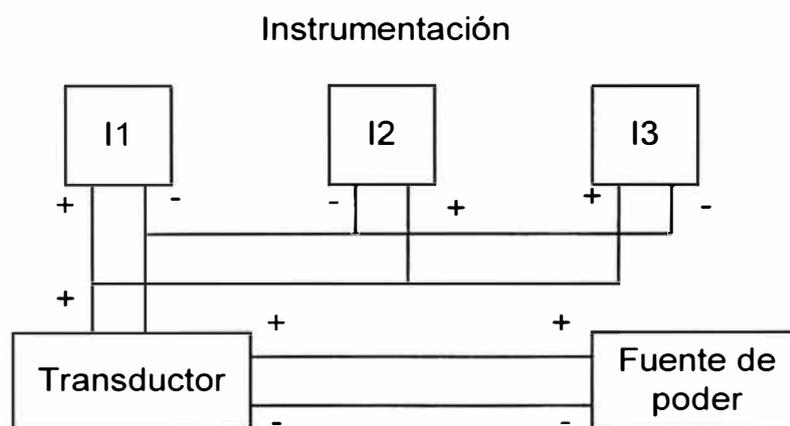


Fig. 17 Cableado típico de multiples instrumentos con un transductor de salida en voltios

$$\text{Mínimo voltaje requerido} = (0.20\text{mA})(R_{\text{línea}} + R_{\text{carga}}) + V_{\text{transductor}}$$

donde:

$R_{\text{línea}}$ = Es la resistencia debido a los cables

R_{carga} = La resistencia equivalente de las cargas

$V_{\text{transductor}}$ = Voltaje mínimo para el transductor

Por ejemplo asumiendo lo siguiente:

- a.-** Un transmisor de presión (4- 20 mA) con una fuente de 12 - 30 VDC.
- b.-** Un meter de panel con una impedancia de entrada de 10 Ω de impedancia de entrada.
- c.-** Un registrador con 25 Ω de impedancia de entrada.
- d.-** Computadora con 200 Ω de impedancia de entrada.
- e.-** Cables de conexión con 5 Ω de resistencia.

Voltaje mínimo requerido (0,20 ma) (5+10+25+200) + 12 = 16,8 volt.

24 VDC es la fuente de tensión más comúnmente utilizado.

Cablear una señal de milivoltios o voltios también pueden ser realizados; pero no son tan fáciles y no permiten la calibración ni detección de fallas; ventajas inherentes a los transductores de corriente.

Los transductores de voltaje y milivoltaje pueden ser cableados en paralelo a múltiples instrumentos .

Este método asume una muy alta impedancia en los instrumentos que van cableados. Este no es el caso, de las salidas análogas .

3.2.6 Cableado de múltiples transductores a una lectora

En la medida de múltiples presiones es un error común tratar de usar transductores múltiples y un elemento de “switching” y solo un meter de panel, así ahorrar dinero en varios meter de panel.

El problema es que cada transductor tiene un único punto cero y la lectora de salida tienen un solo tornillo de “cero” (puesta a cero).

El resultado final es que el resultado se incrementa hasta en 3%; siendo el sensor de 0,5 % en muchos casos este error es intolerable.

El método correcto de usar múltiples transductores con un solo aparato de salida es usar transductores que tengan un “cero” y un rango de ajuste la misma salida voltaje o corriente y el mismo rango de presión.

Cada transductor es ajustado para la aplicación de una presión conocida; de tal manera todos tengan salidas idénticas.

Cuando todos tengan salidas idénticas salidas, la escala del meter y un switch se pueden usar.

Otra solución para usar múltiples transductores con un solo lector de salida es usar un scanner en lugar de un meter y un switch.

Existen muchas clases de scanners.

El tipo de scanner para trabajar con múltiples transductores de presión debe tener escala independiente en cada canal.

Algunos scanner sin embargo teniendo escalas independientes cada canal también ofrecen entradas en corriente, voltaje o milivoltios independiente en cada canal.

Estos scanner permiten usar transductores con diferentes rangos de presión con el mismo instrumento.

3.3. Selección de válvulas

La selección de válvulas es una tarea sencilla en la mayoría de los casos , excepto en aplicaciones especiales, solo requiere del conocimiento de algunos conceptos fundamentales y posteriormente seguir un procedimiento sencillo.

Existen dos métodos que pueden ser usados para seleccionar las válvulas ; el primero es un método dependiente directamente del proceso y el segundo criterio que se fundamenta en los aspectos inherentes de la válvula.

Los criterios primarios para seleccionar una válvula son la : presión, temperatura, capacidad o flujo, tipo de fluido, y la caída de la presión a través de la válvula. En los secundarios tenemos, la característica de flujo de la válvula, las filtraciones posibles cuando la válvula este totalmente cerrada, y los niveles admisibles de ruido en la válvula. Todas estos últimos determinarán la selección del trim de la válvula y de su actuador.

Durante el dimensionamiento de la válvula se debe prestar debida atención al fenómeno producido por la reducción de presión a la cual esté sometido un líquido cuando fluye a través de una restricción. Dependiendo de la situación y de las características del líquido, un elevada caída de presión puede ocasionar la formación de burbujas en el líquido (flashing) y cuando se recupere la presión en forma parcial estas burbujas pueden implosionar (cavitación). Ambos fenómenos deben evitarse porque producen daños en el interior de la válvula.

3.3.1 Tipos de válvulas

Las válvulas pueden ser de varios tipos según sea el diseño del cuerpo y el movimiento del obturador. Las válvulas de movimiento lineal en las que el obturador se mueve en la dirección de su propio eje se clasifican como se especifica a continuación (ver Anexo B)

Válvula de globo

Puede verse en las figuras *a*, *b* y *c* siendo de simple asiento, de doble asiento y de obturador equilibrado respectivamente. Las válvulas de simple asiento precisan de un actuador de mayor tamaño para que el obturador cierre en contra de la presión diferencial del proceso. Por lo tanto, se emplean cuando la presión del fluido es baja y se precisa que las fugas en posición de cierre sean mínimas. El cierre estanco se logra con obturadores provistos de una arandela de teflón. En la válvula de doble asiento o de obturador equilibrado la fuerza de desequilibrio desarrollada por la presión diferencial a través del obturador es menor que en la válvula de simple asiento. Por este motivo se emplea en válvulas de gran tamaño o bien cuando deba trabajarse con una alta presión diferencial. En posición de cierre las fugas son mayores que en las válvulas de simple asiento. Según la norma ANSI B 16.104-1976, las fugas admisibles son de 0.1% del caudal máximo en la válvula de simple asiento y de 0.5% en la válvula de doble asiento. Asimismo, las válvulas con obturador dotado de anillo de teflón para cierre hermético admiten un caudal de fuga de 1 a 40 burbujas de aire o l. Z por minuto.

Válvula en ángulo

Esta válvula está representada en la figura *d*, permite obtener un flujo de caudal regular sin excesivas turbulencias y es adecuada para disminuir la erosión cuando esta es considerable por las características del fluido o por la excesiva presión diferencial. El diseño de la válvula es idóneo para el control de fluidos que vaporizan (flashing), para trabajar con grandes presiones diferenciales y para los fluidos que contienen sólidos en suspensión.

Válvula de tres vías

En este tipo de válvulas tenemos la mezcladora (figura *e*) y la diversora (figura *f*). La válvula mezcladora se emplea generalmente para mezclar fluidos. La válvula diversora se emplea para derivar de un flujo de entrada dos de salida. Las válvulas de tres vías intervienen típicamente en el control de temperatura de intercambiadores de calor.

Válvula de jaula

Consiste en un obturador cilíndrico que desliza en una jaula con orificios adecuados a las características de caudal deseadas (figura *g*). Se caracteriza por el fácil desmontaje del obturador y por que este puede incorporar orificios que permiten eliminar prácticamente el desequilibrio de fuerzas producido por la presión diferencial favoreciendo la estabilidad del funcionamiento. Por este motivo este tipo de obturador equilibrado se emplea en válvulas de gran tamaño o bien cuando deba trabajarse con una alta presión diferencial. Como el obturador está contenido dentro de la jaula, la válvula es muy resistente a las vibraciones y al desgaste. Por otro lado,

el obturador puede disponer de aros de teflón que, con la válvula en posición cerrada, asientan contra la jaula y permiten lograr así un cierre hermético

Válvula de compuerta

Esta válvula efectúa su cierre con un disco vertical plano, o de forma especial, y que se mueve verticalmente al flujo del fluido. Por su disposición es adecuada generalmente para control todo-nada, ya que en posiciones intermedias tiende a bloquearse. Tiene la ventaja de presentar muy poca resistencia al flujo de fluido cuando esta en posición de apertura total (figura *h*).

Válvula en Y

En la figura *i* puede verse su forma. Es adecuada como válvula de cierre y de control. Como válvula todo-nada se caracteriza por su baja pérdida de carga y como válvula de control presenta una gran capacidad de caudal. Posee una característica de autodrenaje cuando es instalada inclinada con un cierto ángulo. Se emplea usualmente en instalaciones criogénicas

Válvula de cuerpo partido

Esta válvula (figura *j*) es una modificación de la válvula de globo de simple asiento teniendo el cuerpo partido en dos partes entre las cuales está presionado el asiento. Esta disposición permite una fácil sustitución del asiento y facilita un flujo suave del fluido sin espacios muertos en el cuerpo. Se emplea principalmente para fluidos viscosos y en la industria alimentaria

Válvula Saunders

En la válvula Saunders (figura *k*), el obturador es una membrana flexible que a través de un vástago unido a un servomotor, es forzada contra un resalte del cuerpo cerrando así el paso del fluido.

La válvula se caracteriza porque el cuerpo puede revestirse fácilmente de goma o de plástico para trabajar con fluidos agresivos.

Tiene la desventaja de que el servomotor de accionamiento debe ser muy potente. Se utiliza principalmente en procesos químicos difíciles, en particular en el manejo de fluidos negros o agresivos o bien en el control de fluidos conteniendo sólidos en suspensión.

Válvula de compresión

Esta válvula funciona mediante el pinzamiento de dos o más elementos flexibles, por ejemplo un tubo de goma. Igual que las válvulas de diafragma se caracterizan porque proporcionan un óptimo control en posición de cierre parcial. Se aplican fundamentalmente en el manejo de fluidos negros corrosivos, viscosos o conteniendo partículas sólidas en suspensión (ver figura *l*).

Las válvulas en las que el obturador tiene un movimiento circular se clasifican como se detalla a continuación.

Válvula de obturador excéntrico rotativo

Consiste en un obturador de superficie esférica que tiene un movimiento rotativo excéntrico y que está unido al eje de giro por uno o dos brazos flexibles (figura *m*).

El eje de giro sale al exterior del cuerpo y es accionado por el vástago de un servomotor. El par de este es reducido gracias al movimiento excéntrico de la cara esférica del obturador.

La válvula puede tener un movimiento estanco mediante aros de teflón dispuestos en el asiento y se caracteriza por su gran capacidad de caudal, comparables a las válvulas mariposa y a las de bola y por su elevada pérdida de carga admisible.

Válvula de obturador cilíndrico excéntrico

Esta válvula (figura *m*) tiene un obturador cilíndrico excéntrico que asienta contra un cuerpo cilíndrico. El cierre hermetico se consigue con un revestimiento de goma o teflón en la cara del cuerpo donde asienta el obturador. La válvula es de bajo coste y tiene una capacidad relativamente alta. Es adecuada para fluidos corrosivos y líquidos viscosos o conteniendo sólidos en suspensión.

Válvula de mariposa

El cuerpo esta formado por un anillo cilíndrico dentro del cual gira transversalmente un disco circular (figura *o*). La válvula puede cerrar herméticamente mediante un anillo de goma encastrado en el cuerpo. Un servomotor exterior acciona el eje de giro del disco y ejerce su par máximo cuando la válvula esta totalmente abierta (en control todo-nada se considera 90° y en control continuo 60° , a partir de la posición de cierre ya que la última parte del giro es bastante inestable), siempre que la presión diferencial permanezca constante. En la selección de la válvula es importante considerar las presiones diferenciales correspondientes a las posiciones de completa apertura y de cierre, se necesita una fuerza grande del actuador para accionar la válvula en caso de una caída de presión elevada.

Las válvulas de mariposa se emplean para el control de grandes caudales de fluidos a baja presión

Válvula de bola

El cuerpo de la válvula tiene una cavidad interna esférica que alberga un obturador de forma en forma de esfera o de bola (figura *p*). La bola tiene un corte adecuado (usualmente en 45°) que fija la curva característica de la válvula y que gira transversalmente accionado por un servomotor exterior. El cierre estanco se logra con un aro de teflón incorporado al cuerpo contra el cual asienta la bola cuando la válvula está cerrada. En posición de apertura total, la válvula equivale aproximadamente en tamaño a 75% del tamaño de la tubería. La válvula de bola se emplea principalmente en el control de caudal de fluidos viscosos, o bien en fluidos con gran porcentaje de sólidos en suspensión.

Una válvula de bola típica es la *válvula de macho* (figura *q*) que consiste en un macho de forma cilíndrica o troncoconica con un orificio transversal igual al diámetro interior de la tubería. El macho ajusta en el cuerpo de la válvula y tiene un movimiento de giro de 90° . Se utiliza generalmente en el control manual todo-nada de líquidos o gases y en regulación de caudal.

Válvula de orificio ajustable

El obturador de esta válvula consiste en una camisa de forma cilíndrica que está perforada con dos orificios, uno de entrada y otro de salida y que gira mediante una palanca exterior accionada manualmente en una posición determinada para limitar el caudal máximo (figura *r*).

La válvula es adecuada en los casos en que es necesario ajustar manualmente el caudal máximo del fluido, cuando el caudal puede variar entre límites amplios de forma intermitente o continua y cuando no se requiere un cierre estanco. Se utiliza para combustibles gaseosos o líquidos, aire comprimido y líquidos en general.

Válvula de flujo axial

Las válvulas de flujo axial consisten en un diafragma accionado neumáticamente que mueve un pistón, el cual a su vez comprime un fluido hidráulico contra un obturador formado por un material elastómero. De este modo, el obturador se expande para cerrar el flujo axial del fluido. Este tipo de válvulas se emplea para gases y es especialmente silencioso. Otra variedad de la válvula de flujo axial es la válvula de manguito, que es accionada por compresión exterior del manguito a través de un fluido auxiliar a una presión superior a la del propio fluido. Se utiliza también para gases (ver figuras).

Una adecuada selección debe además incluir la siguiente información relativa a la válvula de control:

Identificación (modelo, código, serie, etc.)

Tamaño nominal (en pulgadas o milímetros)

Tipo de cuerpo de la válvula (doble asiento, mariposa, etc.)

Material del cuerpo (hierro fundido, acero inoxidable, etc.)

Rating y conexiones (Clase ANSI, roscadas, bridadas, etc.)

Tipo de tapon o Disco (apertura rápida, excéntrica, etc.)

Guía del tapón y vástago (tipo jaula, doble guía, etc.)

Acción del tapón (hacia abajo cierra, hacia abajo abre)

Orificio : Tipo, dimensión

Materiales para la parte interna (“ trim”)

Acción deseada cuando el suministro de la energía falle (que la válvula se abra o cierre, que quede bloqueada).

Tamaño requerido del actuador.

Suministro de energía aire comprimido, electricidad, etc.

Material de las empaquetaduras (teflón, gráfico, etc.)

Señal del instrumento (3 a 15 psi; 4 - 20 mA DC)

Accesorios (posicionador, actuador manual,etc.)

3.3.2 Criterios de selección de la curva característica de la válvula de control.

Variable **Presión**

Aplicaciones : Líquidos y gases en general. (1)

Gas con retardo considerable entre la toma de presión y la válvula de control y con alta pérdida de carga de la válvula de control. (2)

Característica: Igual porcentaje (%) (1)

Lineal (2)

Variable **Caudal (flujo)**

Aplicaciones Margen de caudal amplio. (1)

Margen de caudal estrecho y alta pérdida de carga de la válvula de control. (2)

Característica Lineal. (1)

Igual porcentaje (%). (2)

Variable **Nivel**

Aplicaciones Pérdida de carga constante. (1)

Aumento de la pérdida de carga de la válvula con la carga del sistema sobrepasando el doble la pérdida de carga mínima de la válvula. (2)

Característica Lineal. (1)

Apertura rápida. (2)

Variable **Temperatura**

Aplicaciones En general.

Característica Igual porcentaje (%).

3.4 Consideraciones de diseño de los sensores

Identificar la naturaleza de la medida. Esto incluye el valor nominal y rango de la medida de temperatura, las condiciones físicas del ambiente, requerimiento de velocidad y de otras características que deban ser consideradas.

Identificar la señal de salida requerida. En muchas aplicaciones la salida será una corriente normalizada de 4 a 20 mA o un voltaje que es escalado para representar el rango de la variable medida. Otros requerimientos están relacionados con el aislamiento, impedancia de salida y otros factores. En algunos casos se especifica un código digital de la salida.

Seleccionar un sensor apropiado. Basado en los resultados del primer paso, se seleccionara un sensor que alcance las especificaciones de rango, ambiente y otros. También se consideran factores muy importantes tales como costo , disponibilidad, velocidad de sensádo, grado de inteligencia para grandes capacidades de sensádo, fácil configuración y uso, facilidad de montaje, seguridad, flexibilidad y tamaño.

Diseñar el acondicionamiento de señal requerido. Especificar el tipo de acondicionamiento que puede ser analógico o digital, esto dependerá del tipo de sensor escogido y de la naturaleza de las especificaciones de la señal de salida.

CAPITULO IV IMPLEMENTACION DE LOS PROCESOS

4.1 Introducción

La selección de los elementos de un proceso de control y automatización se efectúan teniendo en cuenta las características de los fluidos que van a ser controlados en dichos procesos (estos fluidos pueden ser corrosivos, sólidos, etc). Como este trabajo consta del equipamiento de un Laboratorio de control de procesos, y es conocido que el control de procesos precisamente es la combinación del control de temperatura, el flujo, la presión y el nivel, se ha diseñado módulos de control con estos procesos. El procedimiento para la identificación de los componentes de cada módulo es el de analizar el funcionamiento de cada uno de ellos, de manera que se puedan identificar los elementos que compondrán cada uno de estos.

4.2 Planta modelo de control de flujo

El objetivo de esta planta es mantener el flujo constante que cae al recipiente. El proceso lo constituye la tubería de entrada y salida del flujo de agua, el tanque, la bomba y otras válvulas manuales. Se fija un setpoint en el controlador que representa el porcentaje del flujo requerido a la salida del proceso, el cual es comparado con la señal eléctrica originada por el flujómetro (esta señal es proporcional al flujo medido que constituye la variable del proceso). Como consecuencia de la comparación se genera una señal de error la cual debe ser

cercana a cero. Luego el controlador toma la acción de control correspondiente ejecutando un algoritmo PID, actuando sobre la válvula por intermedio de un transductor que convierte las señales de corriente del controlador de 4 a 20 mA en valores de presión de 3 a 15 psi normalizados. Esta presión hará que la válvula posicionadora se cierre y se abra en forma continua hasta que la variable de salida alcance el valor del setpoint programado. En la Fig. 18 se muestra el diagrama de bloques del lazo de control de flujo.

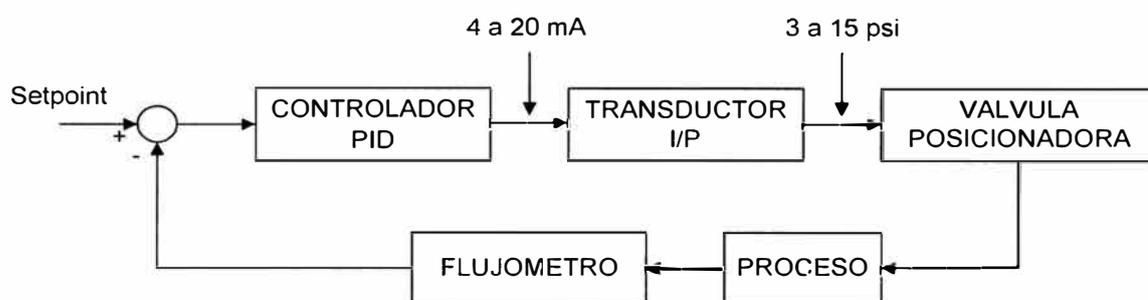


Fig. 18 Diagrama de bloques del lazo de control de flujo

4.2.1 Criterios

- a. Funcionamiento normal: durante la operación normal de esta planta modelo, la descarga de la válvula será retornada al tanque de agua fría.
- b. Acoplamientos adicionales: se permita el acoplamiento hacia las plantas de nivel y temperatura, con el objeto de llenar unos o ambos tanques.

4.2.2 Medidor de flujo

Se ha considerado un medidor de flujo de tipo electromagnético DN 15" (1/2") por las siguientes razones:

a.- Alta rangeabilidad, en el orden de 10:1 para cualquier rango establecido.

Considerando el ajuste de rango posible, se puede lograr una rangeabilidad de 100:1.

b.- Alta precisión ,pudiendo obtenerse hasta 0.25% del rango ajustado no del rango total).

c.- Tecnología de avanzada,incluyendo convertidores basados en microprocesador, a la vez muy utilizada en el mercado local ej. cerveza , lodos, agua, tintes).

d.- Requerimientos mínimos de mantenimiento.

Algunos otros tipos de medidores que pueden ser considerados son los siguientes:

a.- Placa de orificio; es una tecnología muy utilizada, y probablemente la mas económica a diámetros grandes.

Sin embargo esta especificado para diámetros mayores o iguales a DN50 (2”), lo cual requeriría un caudal demasiado grande para una instalación de laboratorio.

b.- Tubo venturi: una alternativa bastante económica. Sin embargo , su rangeabilidad es baja, (típicamete 12:1) y su precisión depende del rango total de instrumento.Además, siendo de presión diferencial, la extracción de raíz cuadrada le disminuye la precisión a rangos.

c.- Vórtex: Una exelente alternativa de la rangeabilidad bastante alta y precisión menor al 1 % del rango. No tiene partes móviles y su mantenimiento es muy sencillo. Sin embargo su tamaño más pequeño es de DN25; este tamaño tiene un rango de medición algo alto para las condiciones consideradas en la planta.

4.2.3 Válvula de control

Se ha considerado utilizar una válvula Ranger Qct de 1”de diámetro nominal, de tipo rotante excétrica y de cacaterística intríntrica lineal. Esta válvula tendrá una

reducción de 0.2x de su Cv, para poder manejar 1500 l/h a una caída de presión de 40 Kpa.

Creemos que esta es la mejor selección debido a la alta rangeabilidad de este tipo de válvulas, la cual es aumentada por la posibilidad de utilizarla con su Cv normal. Esto permitirá el uso de caudales mucho mayores que el especificado.

La válvula será considerada con posicionador, por dos razones:

a.- Se desea tener la posibilidad de un control fino sobre el flujo, ya que este es la variable medida.

b.- Se recomienda que con una señal de 4-20 mA se utilice un posicionador ya que de otro modo no hay garantía de hermeticidad en el cierre.

4.2.4. Rotámetro

Se especificará un rotámetro para verificar el flujo medido por el sensor. El rotámetro especificado es de DN25 (1") que puede medir hasta 2497 l/h.

4.3. Planta modelo de control de nivel

El objetivo de esta planta es mantener el nivel del líquido dentro del recipiente en forma constante pese a la entrada y salida de agua. El proceso lo constituye la tubería de entrada y salida del flujo de agua, el tanque conteniendo el líquido que se quiere controlar, la bomba y otras válvulas manuales. Se fija un setpoint en el controlador que representa el porcentaje del nivel requerido a la salida del proceso, el cual es comparado con la señal eléctrica originada por el por el transmisor de nivel (esta señal es proporcional al nivel medido que constituye la variable del proceso). Como consecuencia de la comparación se genera una señal de error la cual

debe ser cercana a cero. Luego el controlador toma la acción de control correspondiente ejecutando un algoritmo PID, actuando sobre la válvula por intermedio de un transductor que convierte las señales de corriente del controlador de 4 a 20 mA en valores de presión de 3 a 15 psi normalizados. Esta presión hará que la válvula posicionadora se cierre y se abra en forma continua hasta que la variable de salida alcance el valor del setpoint programado. En la Fig. 19 se muestra el diagrama de bloques del lazo de control de nivel.

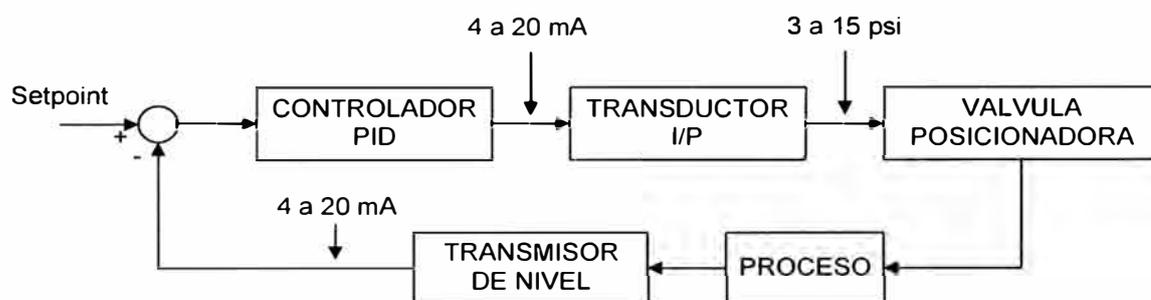


Fig. 19 Diagrama de bloques del lazo de control de nivel

4.3.1 Criterios

La medición de nivel se hará por medio de presión diferencial. Si bien el tanque es abierto, y por lo tanto la medición de presión manométrica en el fondo del tanque sería suficiente, se usará un sensor de presión diferencial debido a que se considera la posibilidad de medir el nivel en un tanque cerrado presurizado (en particular en el tanque de presión).

4.3.2 Medidor de nivel

Se ha considerado usar un transmisor de nivel por presión diferencial de la marca Fischer & Porter con sensor capacitivo, para temperaturas del fluido en el recipiente del rango de -40 a 120 °C, material de la cubierta de acero inoxidable, con indicador digital de lectura directa, con salida de 4 a 20 mA y funciones de configuración.

4.3.3 Válvula de control

Se ha considerado utilizar una válvula Ranger Qct de 1" de diámetro nominal, de asiento esférico, y de característica intrínseca lineal. El Cv disponible para esta válvula a 100 % de apertura es de 14.0; por lo tanto esta válvula será capaz de descargar 1500 l/h a una presión diferencial de 30 cm de columna de agua (aproximadamente 3 Kpa), la cual se ha considerado como una altura promedio para la válvula.

Para manejar caudales mucho más pequeños se podrá utilizar reducciones en el puerto de entrada.

La válvula será considerada con posicionador por dos razones:

- a.- Se desea tener un control fino sobre el flujo, ya que este es la variable medida.
- b.- Se recomienda que con una señal de 4-20 mA se utilice un posicionador, ya que de otro modo no hay garantía de hermeticidad en el cierre.

4.3.4. Rotámetro

Se especificará un rotámetro para medir el flujo de agua desde la bomba hacia el tanque de medición de nivel. El rotámetro especificado es de DN25 (1") que puede medir hasta 2497 l/h.

4.3.5 Consideraciones sobre la bomba de alimentación

Se desea que la boma pueda manejar 1500 l/h. Unicamente con el objeto de tener la misma bomba de alimentación que en las otras plantas, se desea que la bomaba de alimentación trabaje a bajas presiones (40 a 50 Kpa) a dicho caudal; esto hara que la velocidad de entrada al tanque sea relativamente baja.

4.4. Planta Modelo de control de presión

El objetivo de esta planta es mantener la presión del recipiente en forma constante pese a la entrada y salida de aire. Inicialmente el tanque se llena de agua hasta un cierto nivel y luego la parte restante se llena de aire a una determinada presión. El proceso lo constituye la tubería de entrada y salida del fluido de aire, el tanque conteniendo el liquido mas aire que se quiere controlar y otras válvulas manuales. Se fija un setpoint en el controlador que representa el porcentaje de la presión requerida a la salida del proceso, el cual es comparado con la señal eléctrica originada por el por el transmisor de presión (esta señal es proporcional a la presión en el recipiente cerrado, presión medida que constituye la variable del proceso). Como consecuencia de la comparación se genera una señal de error la cual debe ser cercana a cero. Luego el controlador toma la acción de control correspondiente ejecutando un algoritmo PID, actuando sobre la válvula por intermedio de un transductor que convierte las señales de corriente del controlador de 4 a 20 mA en valores de presión de 3 a 15 psi normalizados. Esta presión hara que la válvula posicionadora se cierre y se abra en forma continua hasta que la variable de salida

alcance el valor del setpoint programado. En la Fig. 20 se muestra el diagrama de bloques del lazo de control de presión.

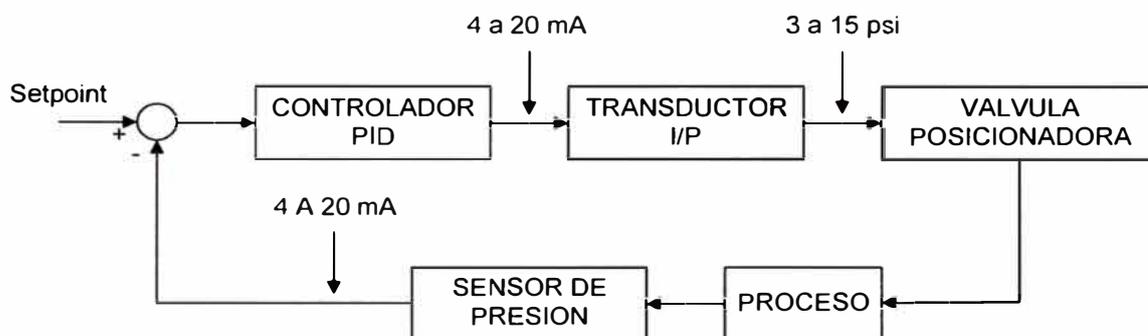


Fig. 20 Diagrama de bloque del lazo de control de presión

4.4.1. Criterios

- a.- Funcionamiento normal: se deberá regular la presión del tanque de medición mediante la inyección de aire comprimido.
- b.- Acoplamientos adicionales: se desea acoplar esta planta a la de control de nivel, de modo tal de variar el volumen al tanque de presión.

4.4.2 Consideraciones sobre el compresor de aire

Se desea que el consumo de aire en la planta modelo de presión sea lo suficientemente bajo como para ser suministrado por el compresor de aire de una potencia razonable.

De tablas se obtiene que, para generar $20 \text{ m}^3/\text{h}$ de aire a condiciones standard (atm). $15 \text{ }^\circ\text{C}$) se requiera de una potencia de aproximadamente 2 Kw. Este es una bomba razonable y por lo tanto las válvulas de control se han dimensionado para trabajar aproximadamente a este caudal.

4.4.3 Regulador de presión

Se requiere de un regulador para bajar la presión de transmisión del aire (aproximadamente 10 bar = 150 psi) hasta la presión de trabajo de las válvulas de control. Se ha considerado bajar esta presión hasta 50 KPa . de acuerdo a lo calculado para la válvula de control. El caudal de aire que debe ser manejado por este regulador está dado por el cálculo de potencias del compresor.

El equipo considerado es un regulador de presión marca Micromecánica modelo Nova de $\frac{3}{4}$ " NPT de conexión. Este regulador puede manejar hasta aproximadamente 30 m³/h a condiciones estándar de presión de salida de 50 KPa .

4.4.4 Válvula de control

Se ha calculado una válvula de control para regular un caudal de 20 m³/h a condiciones estándares (aproximadamente 18.6 m³/h a 7.46 KPaG.= 30 "H₂O) La caída de presión en esta válvula a estas condiciones será de 42. 54 KPa . La válvula seleccionada es una Cashco modelo Chemical Valve con puerto de entrada de Cv Esta válvula es de característica intrínca isoporcentual.

Para procesos de control de volúmenes bajos, y debido a la variación en diferencia de presión en la válvula que va ha existir con variaciones de carga, se estima que una válvula de características isoporcentual es la más recomendable.

4.4.5. Rotámetros

Se especifican dos rotámetros, uno para medir la entrada de aire comprimido al tanque de medición, y otro para medir la purga. Ambos rotámetros deberán manejar el mismo caudal, y por lo tanto serán similares. El rotámetro especificado es el Fisher & Porter modelo 10A1197, de 1" capaz de manejar hasta 44.3 m³/h a presión

y temperatura estándar (1 atm, 0 °C) lo cual es equivalente a 42.0 m³/h a condiciones estándares de (1 atm y 15 °C).

4.4.6 Acoplamiento a la planta de nivel

Se desea acoplar la planta modelo de presión a la planta de nivel para poder efectuar un control de presión con un volumen variable.

4.5 Planta modelo de control de temperatura

El objetivo de esta planta es control de temperatura de líquidos. El proceso consiste en que se tiene dos recipientes a diferentes temperaturas, donde la temperatura del recipiente de la mezcla es menor que el recipiente de agua caliente.

En el recipiente del proceso 1 se calienta agua mediante una resistencia térmica hasta un determinado setpoint 1. Mediante una termocupla se sensa la temperatura del agua en el recipiente, luego este resultado es comparado con el setpoint 1 y de acuerdo a la señal de error obtenida el controlador tomara una acción reguladora sobre la variable del proceso. La señal de salida es el orden de los miliamperios, la cual es amplificada mediante un circuito de potencia, para actuar sobre la resistencia térmica que constituye el elemento final de control. El controlador mantiene la temperatura del agua a un determinado setpoint 1, pese a la entrega de agua al segundo recipiente para que se efectue la mezcla.

En el recipiente del proceso 2 se tiene una mezcla de agua fría con agua caliente. Mediante el controlador se programa un setpoint 2. La temperatura del recipiente de mezcla es sensada por el RTD el cual envía una señal proporcional al controlador

para su comparación con el setpoint 2 y luego el controlador efectuara una acción de control sobre la válvula posicionadora mediante el transductor de corriente a presión en valores normalizados. Esta acción de control hara que la variable del proceso 2 se mantenga constante. En la Fig. 21 se observa el diagrama de bloque de los lazos de control de la planta de control de temperatura.

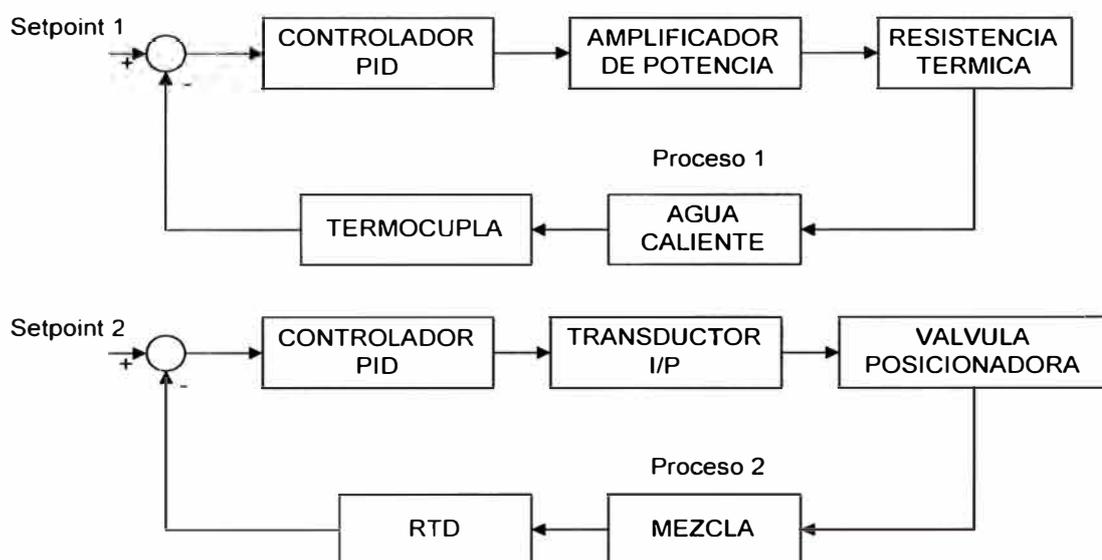


Fig. 21 Diagrama de bloques de los lazos de control de temperatura

4.5.1 Criterios

Los criterios fundamentales a considerar son:

a.- Funcionamiento normal: Se desea que las válvula este dimensionada para mantener la temperatura del tanque de medición constante, a valores variables de temperatura tanto del tanque de calentamiento como del de medición.

b.- Acoplamiento con la planta de nivel: se desea que, la válvula pueda manejar caudales suficientemente pequeños como para que la descarga del tanque de temperatura y nivel sean efectuadas sólo por la válvula de control de nivel.

c.- Acoplamiento con la planta de flujo: Se desea poder manejar el control de temperatura del tanque regulando el caudal de agua fría con la válvula de control del flujo, y el caudal de agua caliente con la válvula de control de temperatura.

4.5.2. Tanques

Se han considerado dos tanques uno de calentamiento T1 y otro de medición T2. Ambos tanques han sido dimensionados aproximadamente para 50 litros de capacidad (40 cm de diámetro x 80 cm de alto).

4.5.3. Consideraciones sobre la potencia del calentador

El calentamiento del agua se realizará por medio de resistencias eléctricas.

4.5.4. Sensores y controladores de temperatura

Se ha considerado, para el tanque de medición , el uso de termoresistencias (RTD), con su respectivo transmisor de temperatura incorporado en el cabezal.

Para el tanque de calentamiento con el fin de tener diversas técnicas de medición se ha considerado usar una termocupla tipo J. Además se ha pensado en usar un microcontrolador PID con un regulador de potencia . El microcontrolador tendrá entrada directa a la termocupla. El regulador de potencia que se ha pensado usar es monofásico .

4.5.5 Válvula de control

Para el dimensionamiento de la válvula de control y considerando las dimensiones de las válvulas de de nivel, y flujo se ha considerado un caudal de 1500 l/h de

acuerdo a las consideraciones ya señaladas acerca de la potencia de los calentadores. Se ha considerado además una caída de presión de 40 KPa de manera similar a la planta de flujo. En estas condiciones, una válvula tipo globo Cashco modelo 2266 de ½ “ de características intrínseca lineal y con puerto de ingreso de ½ “ es capaz de regular adecuadamente.

Debido al uso de señal de 4 -20 mA consideramos recomendable utilizar un posicionador en la válvula. esto además, permitirá un control más fino de la temperatura.

4.5.6 Rotámetros

Se considera el uso de dos rotámetros, uno para el circuito de agua de calentamiento y el otro para el agua de enfriamiento. Considerando que la regulación puede efectuarse en cualquier rango entre la temperatura del tanque de calentamiento y la temperatura del agua fría, el caso promedio es cuando la temperatura de regulación es la media aritmética y por lo tanto ambos caudales deben ser iguales. Por lo tanto ambos rotámetros deberán poder medir el mismo rango de caudal. Por seguridad se ha considerado un rango máximo de 2497 l/h .

4.5.7 Interruptores de nivel

Se ha considerado también el uso de interruptores de nivel, tanto en el tanque de calentamiento como en el de medición. en el primer caso es necesario debido a que si no hubiese fluido las resistencias podrían quemarse y provocar incluso algún tipo de accidente; en el segundo caso es fundamentalmente para evitar los reboses.

4.5.8 Consideraciones sobre bombas de alimentación

En la planta de calentamiento es necesario utilizar dos bombas de agua, uno para el circuito de calentamiento y otro para el circuito de enfriamiento.

Se requieren de bombas de baja presión, de 400 a 500 KPa . A esta presión pueden manejar 1500 l/h.

CONCLUSIONES

1. EL objetivo del presente trabajo es el diseño un Laboratorio de Control de Procesos utilizando equipos que normalmente se encuentran en una industria, donde se pueda efectuar experiencias de investigación y entrenamiento en el manejo de los instrumento de medición y control de procesos.
2. Es conocido que el control de procesos precisamente es la combinación del control de temperatura, flujo, presión y nivel, es por esto se ha diseñado módulos de control con estos procesos.
- 3.- Luego de las pruebas efectuadas, se ha concluido que es muy necesario usar los cables blindados y un sistema de “puesta a tierra” con valores adecuados (5 a 7 Ohms) para todo el sistema de instrumentación.
4. El tiempo de estabilización de la respuesta en el tiempo de los sistemas de control, no siempre será pequeño, eso dependerá del tipo de proceso que se este realizando.

ANEXO A

DOCUMENTACION DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

1.3.3 Código de identificación de instrumentos

Para designar y representar los instrumentos de medición y control se emplean normas muy variadas que a veces varían de industria en industria. Esta gran variedad de normas y sistemas utilizados en las organizaciones industriales indica la necesidad universal de una normalización en este campo. Varias sociedades han dirigido sus esfuerzos en este sentido, y entre ellas se encuentra como una de las importantes la Sociedad de Instrumentos de Estados Unidos, ISA (*Instrument Society of America*) cuyas normas tienen por objeto establecer sistemas de designación (código y símbolos) de aplicación a las industrias químicas, petroquímicas, aire acondicionado, etc.

Figura a continuación un resumen de las normas ISA-S5.1-84 de ANSI/ISA del año 1984 con una rectificación el año 1992, sobre instrumentación de medición y control, de ISA-S5.2-76 del año 1976 con una rectificación el año 1992 Binary Logic Diagrams for Process Operations sobre símbolos de operaciones binarias de procesos, y de ISA-S5.3 Graphic Symbols for Distributed Control/Shared Display Instrumentation, Logic and Computer Systems 1983, sobre símbolos de sistemas de microprocesadores con control compartido. Hay que señalar al lector que estas normas no son de uso obligatorio sino que constituyen una recomendación a seguir en la identificación de los instrumentos en la industria.

Resumen Norma ISA-S5.1-84

Generalidades

A) Cada instrumento debe identificarse con sistema de letras que lo clasifique funcionalmente. Una identificación representativa es la siguiente:

| | | | |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| T R C | | 2 A | |
| Primera letra | Letras sucesivas | Número del bucle | Sufijo (no se usa normalmente) |
| Identificación funcional | | Identificación del bucle | |

B) El número de letras funcionales para un instrumento debe ser mínimo, no excediendo de cuatro. Para ello conviene:

- a) Disponer las letras en subgrupos. Por ejemplo, un transmisor registrador de relación de caudales con un interruptor de alarma de relación de caudales puede identificarse con dos círculos uno con FFRT-3 y el otro FFS-3.
- b) En un instrumento que indica y registra la misma variable medida puede omitirse la letra I (indicación).

- c) Los bucles de instrumentos de un proyecto o secciones de un proyecto deben identificarse con una secuencia única de números.

Ésta puede empezar con el número 1 o cualquier otro número conveniente, tal como 301 o 1201 que puede incorporar información codificada tal como área de planta.

- d) Si un bucle dado tiene más de un instrumento con la misma identificación funcional, es preferible añadir un sufijo, ejemplo FV-2A, FV-2B, FV-2C, etc., o TE-25-1, TE-25-2, TE-25-3, etc. Estos sufijos pueden añadirse obedeciendo a las siguientes reglas:

1. Deben emplearse letras mayúsculas, A, B, C, etc.
2. En un instrumento tal como un registrador de temperatura multipunto que imprime números para identificación de los puntos, los elementos primarios pueden numerarse TE-25-1, TE-25-2, TE-25-3, etcétera.
3. Las subdivisiones interiores de un bucle pueden designarse por sufijos formados por letras y números.

- e) Un instrumento que realiza dos o más funciones puede designarse por todas sus funciones. Por ejemplo, un registrador de caudal FR-2 con pluma de presión PR-4 se designa preferentemente FR-2/PR-4 o bien UR-7; un registrador de presión de dos plumas como PR-7/8; y una ventanilla de alarma para temperatura alta y baja como TAH/L-9.

- f) Los accesorios para instrumentos tales como rotámetros de purga, filtros manorreductores y potes de sello que no están representados explícitamente en un diagrama de flujo, pero que necesitan una identificación para otros usos deben tenerla de acuerdo con su función y deben emplear el mismo número del bucle que el del instrumento asociado. Alternativamente, los accesorios pueden emplear el mismo número de identificación que el de sus instrumentos asociados, pero con palabras aclaratorias si ello es necesario.

Por consiguiente, una brida para una placa-orificio FE-7 debe designarse como FX-7 o bien como FE-7 brida. Un rotámetro regulador de purga asociado con un manómetro PI-8 debe identificarse como FIVC-8, pero puede también marcarse PI-8 purga. Una sonda empleada con un termómetro TI-9 será TW-9, o bien, TI-9 sonda.

TABLA 1.1 Letras de identificación

| 1.ª Letra | | Letras sucesivas | | |
|---------------------|----------------------------|----------------------------|--|-----------------------------|
| Variable medida (3) | Letra de modificación | Función de lectura pasiva | Función de salida | Letra de modificación |
| A | Análisis (4) | Alarma | | |
| B | Llama (quemador) | Libre (1) | Libre (1) | Libre (1) |
| C | Conductividad | | Control | |
| D | Densidad o peso específico | Diferencial (3) | | |
| E | Tensión (f.e.m.) | Elemento primario | | |
| F | Caudal | Relación (3) | | |
| G | Calibre | Vidrio (8) | | |
| H | Manual | | | Alto (6) (13) (14) |
| I | Corriente eléctrica | Indicación (9) o indicador | | |
| J | Potencia | Exploración (6) | | |
| K | Tiempo | | Estación de control | |
| L | Nivel | Luz piloto (10) | | Bajo (6) (13) (14) |
| M | Humedad | | | Medio o intermedio (6) (13) |
| N | Libre (1) | Libre | Libre | Libre |
| O | Libre (1) | Orificio | | |
| P | Presión o vacío | Punto de prueba | | |
| Q | Cantidad | Integración (3) | | |
| R | Radiactividad | Registro | | |
| S | Velocidad o frecuencia | Seguridad (7) | Interruptor | |
| T | Temperatura | | Transmisión o transmisor | |
| U | Multivariable (5) | Multifunción (11) | Multifunción (11) | Multifunción (11) |
| V | Viscosidad | | Válvula | |
| W | Peso o Fuerza | Vaina | | |
| X | Sin clasificar (2) | Sin clasificar | Sin clasificar | Sin clasificar |
| Y | Libre (1) | | Relé o computador (12) | |
| Z | Posición | | Elemento final de control sin clasificar | |

(1) Para cubrir las designaciones no normalizadas que pueden emplearse repetidamente en un proyecto se han previsto letras libres. Estas letras pueden tener un significado como primera letra y otro como letra sucesiva. Por ejemplo, la letra N puede representar como primera letra el módulo de elasticidad y como sucesiva un osciloscopio.

(2) La letra sin clasificar X, puede emplearse en las designaciones no indicadas que se utilicen sólo una vez o un número limitado de veces. Se recomienda que su significado figure en el exterior del círculo de identificación del instrumento. Ejemplo: XR-3 registrador de vibración.

(3) Cualquier letra primera si se utiliza con las letras de modificación D (diferencial), F (relación) o Q (integración) o cualquier combinación de las mismas cambia su significado para representar una nueva variable medida. Por ejemplo, los instrumentos TDI y TI miden dos variables distintas, la temperatura diferencial y la temperatura, respectivamente.

(4) La letra A para análisis, abarca todos los análisis no indicados en la tabla 1.1, que no

están cubiertos por una letra libre. Es conveniente definir el tipo de análisis al lado del símbolo en el diagrama de proceso.

(5) El empleo de la letra U como multivariable en lugar de una combinación de primeras letras, es opcional.

(6) El empleo de los términos de modificaciones alto, medio, bajo, medio o intermedio y exploración, es preferible pero opcional.

(7) El término seguridad, debe aplicarse sólo a elementos primarios y a elementos finales de control que protejan contra condiciones de emergencia (peligrosas para el equipo o el personal). Por este motivo, una válvula autorreguladora de presión que regula la presión de salida de un sistema, mediante el alivio o escape de fluido al exterior, debe ser PCV, pero si esta misma válvula se emplea contra condiciones de emergencia, se designa PSV.

La designación PSV se aplica a todas las válvulas proyectadas para proteger contra condiciones de emergencia de presión sin tener en cuenta si las características de la válvula y la forma de trabajo la colocan en la categoría de válvula de seguridad, válvula de alivio, o válvula de seguridad de alivio.

(8) La letra de función pasiva *vidrio*, se aplica a los instrumentos que proporcionan una visión directa no calibrada del proceso.

(9) La letra *indicación* se refiere a la lectura de una medida real de proceso. No se aplica a la escala de ajuste manual de la variable si no hay indicación de ésta.

(10) Una luz piloto que es parte de un bucle de control debe designarse por una primera letra seguida de la letra sucesiva L. Por ejemplo, una luz piloto que indica un período de tiempo terminado se designará KL. Sin embargo, si se desea identificar una luz piloto fuera del bucle de control, la luz piloto puede designarse en la misma forma o bien alternativamente por una letra única L. Por ejemplo, una luz piloto de marcha de un motor eléctrico puede identificarse EL, suponiendo que la variable medida adecuada es la tensión, o bien XL, suponiendo que la luz es excitada por los contactos eléctricos auxiliares del arrancador del motor, o bien simplemente L.

La actuación de la luz piloto puede ser acompañada por una señal audible.

(11) El empleo de la letra U como multifunción en lugar de una combinación de otras letras, es opcional.

(12) Se supone que las funciones asociadas con el uso de la letra sucesiva Y se definirán en el exterior del símbolo del instrumento cuando sea conveniente hacerlo así.

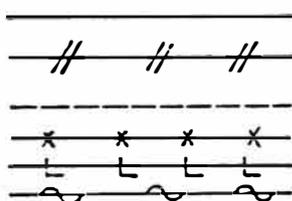
(13) Los términos alto, bajo y medio o intermedio deben corresponder a valores de la variable medida, no a los de la señal a menos que se indique de otro modo. Por ejemplo, una alarma de nivel alto derivada de una señal de un transmisor de nivel de acción inversa debe designarse LAH incluso aunque la alarma sea actuada cuando la señal cae a un valor bajo.

(14) Los términos alto y bajo, cuando se aplican a válvulas, o a otros dispositivos de cierre-apertura, se definen como sigue:

Alto: indica que la válvula está, o se aproxima a la posición de apertura completa.

Bajo: denota que se acerca o está en la posición completamente cerrada.

Figuran a continuación los símbolos a emplear en los planos y dibujos de representación de instrumentos en los procesos industriales.



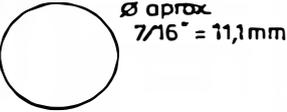
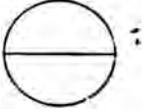
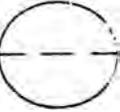
1. Conexión a proceso o enlace mecánico, o alimentación de instrumentos*
2. Señal neumática** o señal sin definir en una línea de proceso
3. Señal eléctrica
4. Tubo capilar
5. Señal hidráulica
6. Señal electromagnética*** o sónica (sin hilo ni tubo)

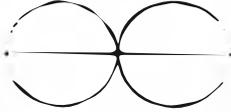
* Se sugieren las siguientes abreviaturas para representar el tipo de alimentación (o bien de purga de fluidos)

- AS Alimentación de aire
- ES Alimentación eléctrica
- GS Alimentación de gas
- HS Alimentación hidráulica
- NS Alimentación de nitrógeno
- SS Alimentación de vapor
- WS Alimentación de agua

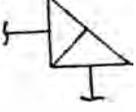
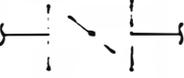
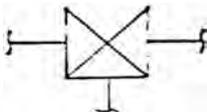
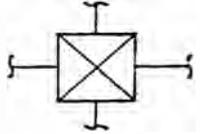
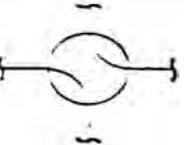
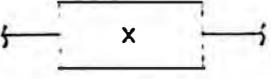
** El símbolo se aplica también a cualquier señal que emplee gas como medio de transmisión. Si se emplea un gas distinto del aire debe identificarse con una nota al lado del símbolo o bien de otro modo.
 *** Los fenómenos electromagnéticos incluyen calor, ondas de radio, radiación nuclear y luz.

Simbolos generales

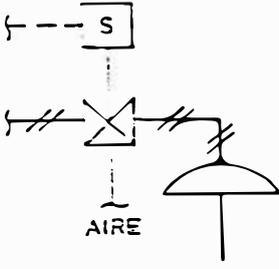
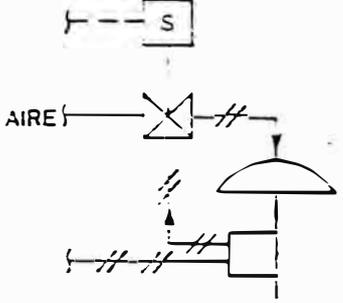
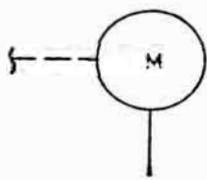
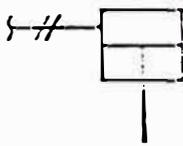
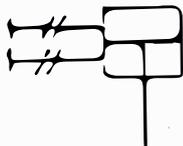
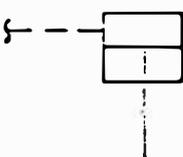
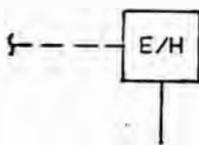
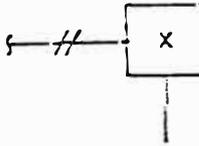
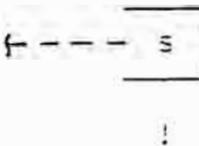
| | | | |
|--|---|--|--|
|  <p>Ø aprox. 7/16" = 11,1mm</p> |  |  | |
| LOCAL | MONTAJE EN PANEL 1 | MONTAJE DETRAS DEL PANEL | |
| INSTRUMENTO PARA UNA VARIABLE MEDIDA CON CUALQUIER NÚMERO DE FUNCIONES | | | |

| | | | |
|---|---|--|--|
|  |  |  | |
| MONTAJE LOCAL | MONTAJE EN PANEL | MONTAJE DETRAS DE PANEL AUXILIAR | |
| INSTRUMENTO PARA DOS VARIABLES MEDIDAS. OPCIONALMENTE INSTRUMENTO CON MAS DE UNA FUNCION. PUEDEN AÑADIRSE CIRCULOS ADICIONALES SI SE PRECISAN | | | |

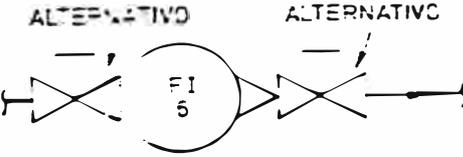
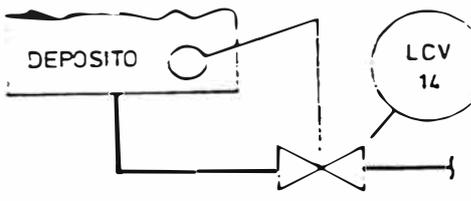
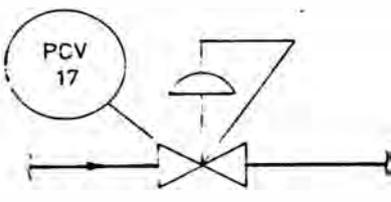
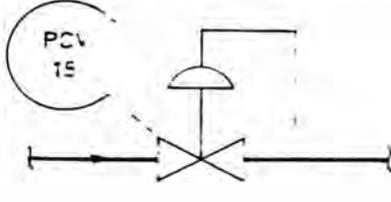
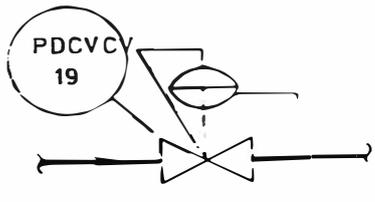
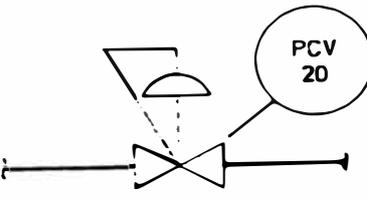
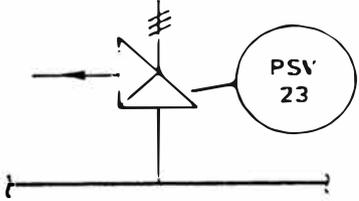
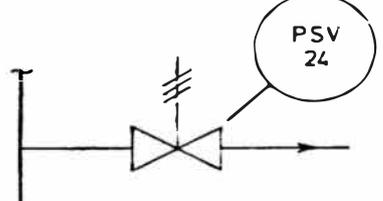
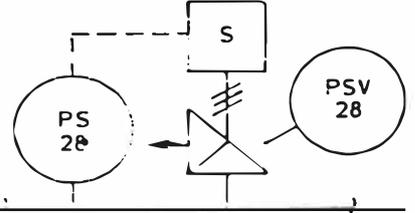
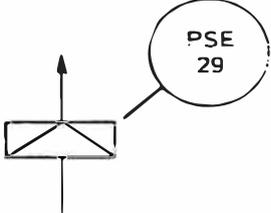
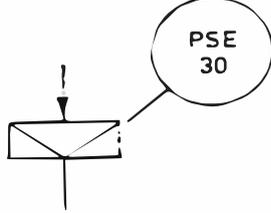
Simbolos para válvulas de control

| | | | |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| GLOBO, COMPUERTA U OTRA | ANGULO | MARIPOSA, PERSIANA O COMPUERTA | OBTURADOR ROTATIVO O VALVULA DE BOLA |
|  |  |  | |
| TRES VIAS | ALTERNATIVA 1 | ALTERNATIVA 2 | |
| CUATRO VIAS | | | |
|  | | | |
| SIN CLASIFICAR | | | |

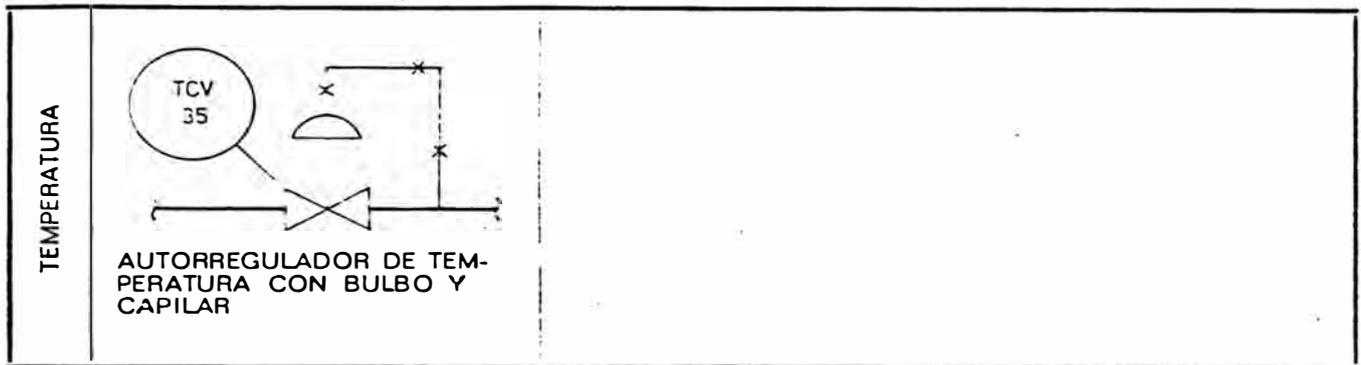
Simbolos para actuadores

| | | | |
|--|--|--|---|
|  <p>SIN POSICIONADOR</p> |  <p>PREFERIDA PARA DIAFRAGMA CON PILOTO (POSICIONADOR VALVULA SOLENOIDE. ...)</p> |  <p>AIRE</p> <p>PREFERIDO</p> |  <p>AIRE</p> <p>OPCIONAL</p> |
| <p>DIAFRAGMA CON MUELLE</p> | | <p>DIAFRAGMA CON MUELLE, POSICIONADOR Y VALVULA PILOTO QUE PRESURIZA EL DIAFRAGMA AL ACTUAR</p> | |
|  <p>MOTOR ROTATIVO</p> |  <p>SIMPLE ACCION</p> |  <p>DOBLE ACCION</p> | |
| <p>CILINDRO SIN POSICIONADOR U OTRO PILOTO</p> | | | |
|  <p>PREFERIDO PARA CUALQUIER CILINDRO</p> |  <p>ACTUADOR MANUAL</p> |  <p>ELECTROHIDRAULICO</p> | |
|  <p>SIN CLASIFICAR</p> |  <p>SOLENOIDE</p> |  <p>PARA VALVULA DE ALIVIO O DE SEGURIDAD (DENOTA UN MUELLE, PESO, O PILOTO INTEGRAL)</p> | |

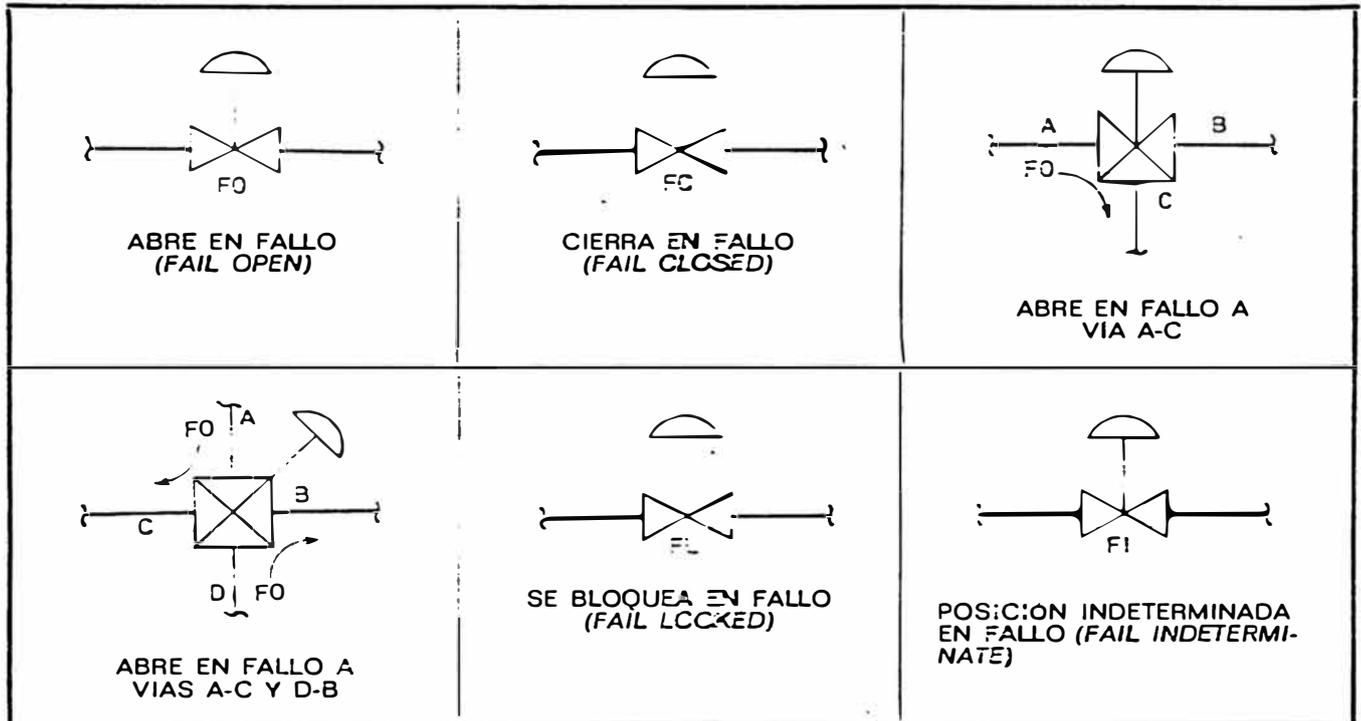
Autoreguladores

| | | |
|--|--|---|
| <p>CAUDAL</p>  <p>REGULADOR AUTOMÁTICO CON INDICACION INTEGRAL DEL CAUDAL</p> |  <p>ROTAMETRO INDICADOR CON VALVULA MANUAL DE REGULACION</p> | |
| <p>NIVEL</p>  <p>CONTROLADOR DE NIVEL CON ENLACE MECANICO</p> | | |
|  <p>AUTORREGULADOR DE PRESION CON TOMA INTERIOR</p> |  <p>AUTORREGULADOR DE PRESION CON TOMA EXTERIOR</p> |  <p>REGULADOR REDUCTOR DE PRESION DIFERENCIAL CON TOMAS INTERIOR Y EXTERIOR</p> |
| <p>PRESSION</p>  <p>AUTORREGULADOR DE PRESION POSTERIOR CON TOMA INTERIOR</p> |  <p>VALVULA DE ALIVIO O DE SEGURIDAD DE ANGULO</p> |  <p>VALVULA DE ALIVIO O DE SEGURIDAD DE PASO RECTO</p> |
|  <p>VALVULA DE ALIVIO O DE SEGURIDAD DE ANGULO DISPARADA POR SOLENOIDE</p> |  <p>DISCO DE RUPTURA PARA PRESION</p> |  <p>DISCO DE RUPTURA PARA VACIO</p> |

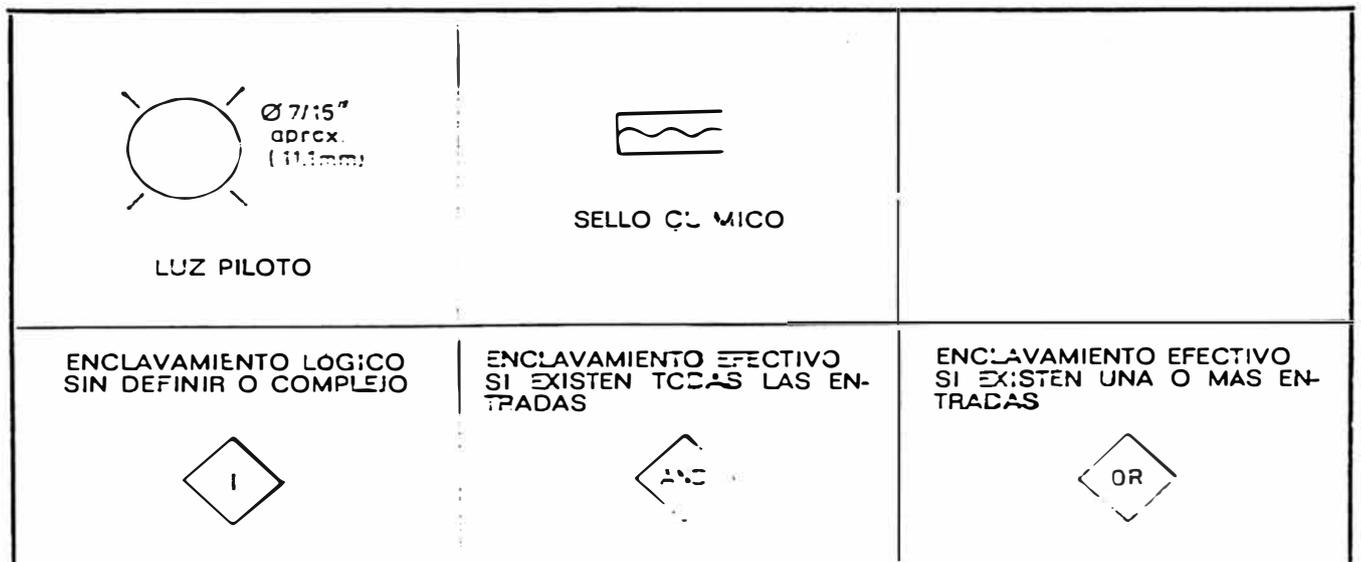
Autoreguladores (Cont.)



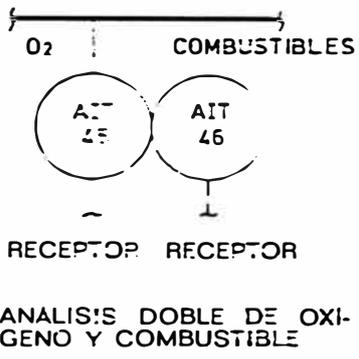
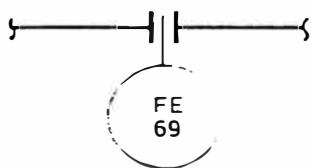
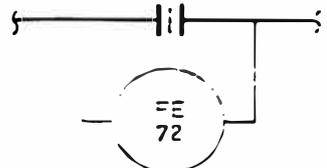
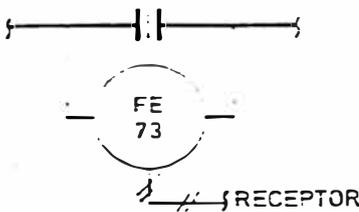
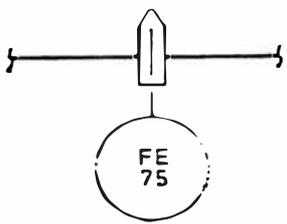
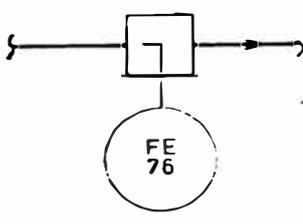
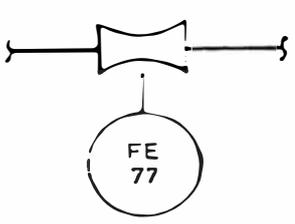
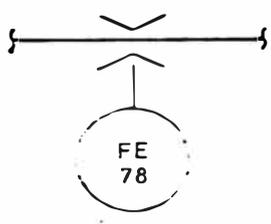
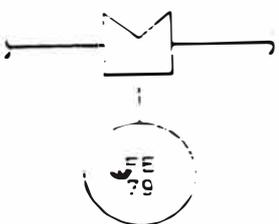
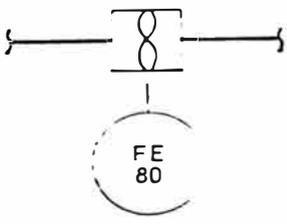
Acción del actuador en caso de fallo de aire (o de potencia)



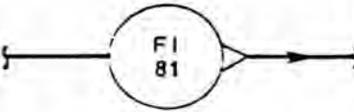
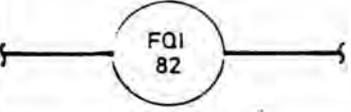
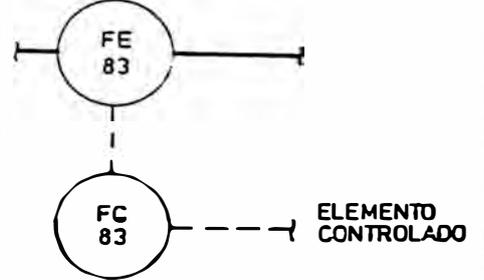
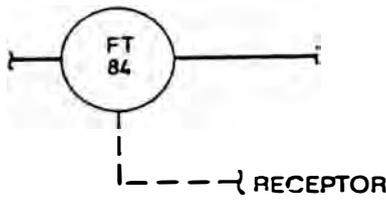
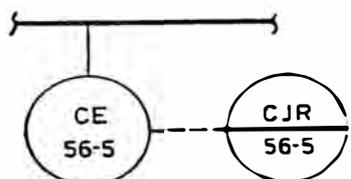
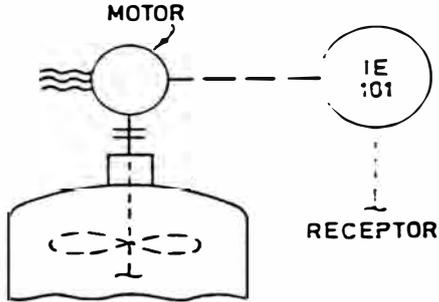
Símbolos varios



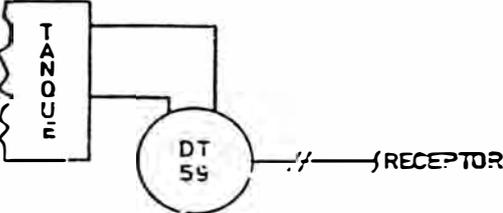
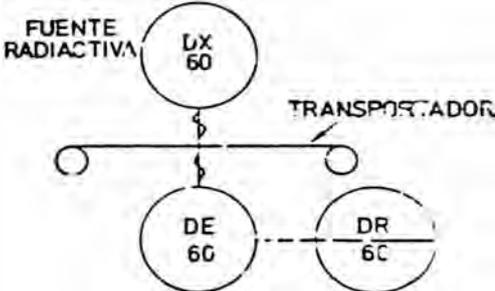
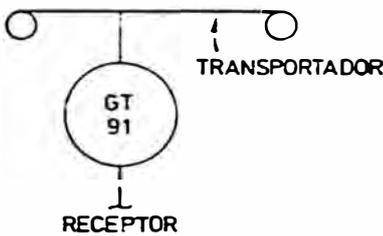
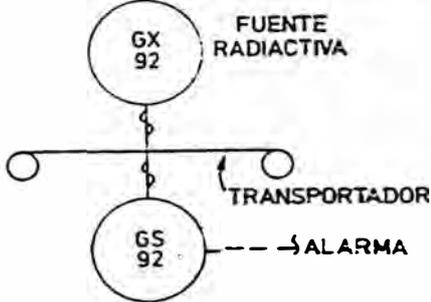
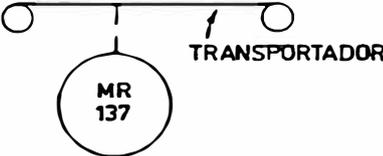
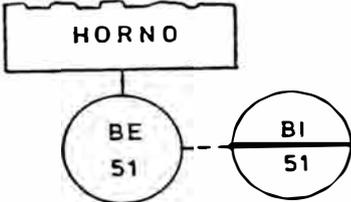
Elementos primarios

| | | | |
|---|---|---|--|
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">ANÁLISIS</p> |  <p>ANÁLISIS DOBLE DE OXÍGENO Y COMBUSTIBLE</p> | | |
| |  <p>PLACA-ORIFICIO CON TOMAS EN LA BRIDA O EN LA CAMARA ANULAR</p> |  <p>PLACA-ORIFICIO CON TOMAS EN LA VENA CONTRAIDA, RADIALES O EN LA TUBERÍA.</p> |  <p>PLACA-ORIFICIO CONECTADA A UN TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL</p> |
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CAUDAL</p> |  <p>PLACA-ORIFICIO CON ACCESORIO DE CAMBIO RÁPIDO</p> |  <p>TUBO PITOT O TUBO VENTURI-PITOT</p> |  <p>TUBO VENTURI O TOBERA</p> |
| |  <p>CANAL MEDIDOR</p> |  <p>VERTEDERO</p> |  <p>ELEMENTO DE TURBINA</p> |

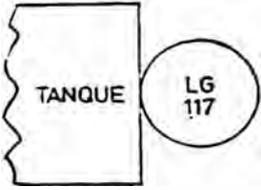
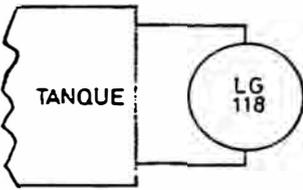
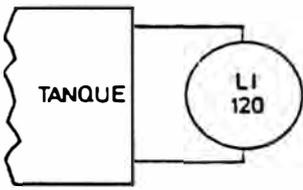
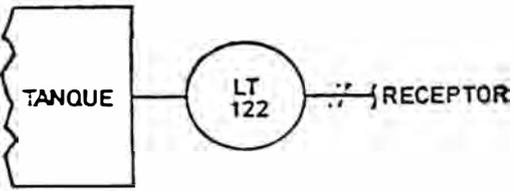
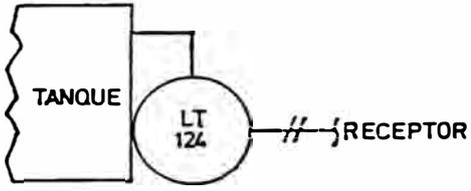
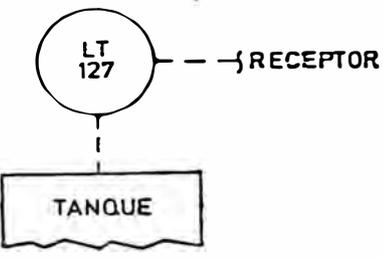
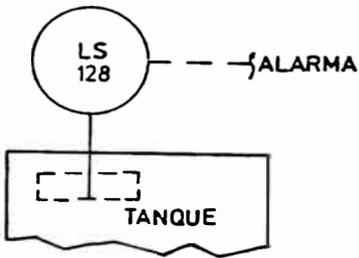
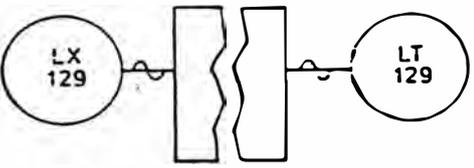
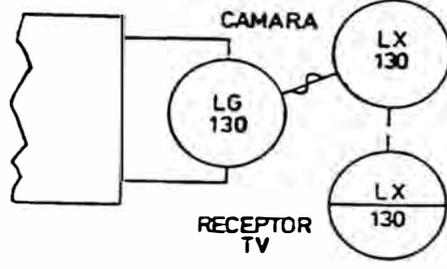
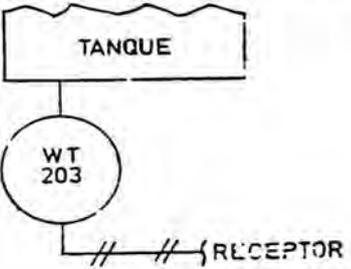
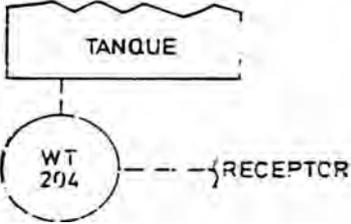
Elementos primarios (Cont.)

| | | | |
|--|--|---|---|
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">F CAUDAL</p> |  <p>ROTAMETRO INDICADOR DE CAUDAL</p> |  <p>TOTALIZADOR INDICADOR DE CAUDAL DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO</p> |  <p>ELEMENTO SIN CLASIFICAR, CONECTADO A UN CONTROLADOR DE CAUDAL</p> |
| |  <p>ELEMENTO SIN CLASIFICAR CON TRANSMISOR</p> | | |
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">C CONDUCTIVIDAD</p> |  <p>CÉLULA DE CONDUCTIVIDAD CONECTADA AL PUNTO 5 DE UN REGISTRADOR MÚLTIPLE</p> | | |
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">I CORRIENTE</p> |  <p>TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD MIDIENDO CORRIENTE DE UN MOTOR</p> | | |

Elementos primarios (Cont.)

| | | |
|---|--|--|
| <p>D DENSIDAD O PESO ESPECÍFICO</p> |  <p>TRANSMISOR DE DENSIDAD DE PRESIÓN DIFERENCIAL.</p> |  <p>ELEMENTO RADIATIVO DE DENSIDAD CONECTADO A UN REGISTRADOR EN PANEL</p> |
| <p>G ESPESOR</p> |  <p>TRANSMISOR DE RODILLO</p> |  <p>INTERRUPTOR DE ESPESOR RADIATIVO</p> |
| <p>M HUMEDAD</p> |  <p>REGISTRADOR DE HUMEDAD</p> | |
| <p>B LLAMA</p> |  <p>DETECTOR DE LLAMA CONECTADO A UN INDICADOR DE INTENSIDAD DE LLAMA</p> | |

Elementos primarios (Cont.)

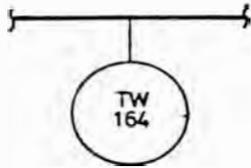
| | | | |
|---------------|---|--|--|
| |  <p>TANQUE LG 117</p> |  <p>TANQUE LG 118</p> |  <p>TANQUE LI 120</p> |
| | <p>NIVEL DE VIDRIO INTEGRAL CON EL TANQUE</p> | <p>NIVEL DE VIDRIO DE CONEXIÓN EXTERNA</p> | <p>INDICADOR DE NIVEL DE FLOTADOR O DE DESPLAZAMIENTO</p> |
| L |  <p>TANQUE LT 122 RECEPTOR</p> |  <p>TANQUE LT 124 RECEPTOR</p> | |
| | <p>TRANSMISOR DE NIVEL DE FLOTADOR O DESPLAZAMIENTO MONTADO EN EL EXTERIOR DEL TANQUE</p> | <p>TRANSMISOR DE NIVEL DE PRESIÓN DIFERENCIAL MONTADO EN EL TANQUE</p> | |
| | | | |
| NIVEL |  <p>LT 127 RECEPTOR</p> <p>TANQUE</p> |  <p>LS 128 ALARMA</p> <p>TANQUE</p> | |
| | <p>ELEMENTO DE NIVEL DE CAPACIDAD CONECTADO A UN TRANSMISOR DE NIVEL</p> | <p>INTERRUPTOR DE NIVEL DE SÓLIDOS DE PALETAS</p> | |
| |  <p>LX 129 RECEPTOR</p> |  <p>CAMARA LG 130 LX 130</p> <p>RECEPTOR TV LX 130</p> | |
| | <p>TRANSMISOR DE NIVEL RADIATIVO O SÓNICO</p> | <p>VISION REMOTA DE UN NIVEL DE VIDRIO MEDIANTE CAMARA DE TELEVISION</p> | |
| PESO O FUERZA |  <p>TANQUE WT 203 RECEPTOR</p> |  <p>TANQUE WT 204 RECEPTOR</p> | |
| | <p>TRANSMISOR DE PESO DE CONEXIÓN DIRECTA</p> | <p>GALGA EXTENSOMÉTRICA CONECTADA A UN TRANSMISOR DE PESO</p> | |

Elementos primarios (Cont.)

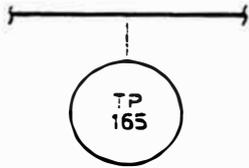
| | | | |
|----------------------|--|--|---|
| Z POSICIÓN | | | |
| J POTENCIA | | | |
| P PRESIÓN O VACÍO | <p style="text-align: center;">MANÓMETRO</p> | <p style="text-align: center;">CON LINEA DE PRESIÓN</p> | <p style="text-align: center;">MONTAJE EN LINEA</p> |
| | | MANÓMETRO CON SELLO | |
| P PRESIÓN O VACÍO | <p style="text-align: center;">RECEPTOR</p> | | |
| | | ELEMENTO DE PRESIÓN DE GALGA EXTENSOMÉTRICA CONECTADO A UN TRANSMISOR INDICADOR DE PRESIÓN | |
| R RADIATIVIDAD | | | |
| | | INDICADOR DE RADIATIVIDAD | |

Elementos primarios (Cont.)

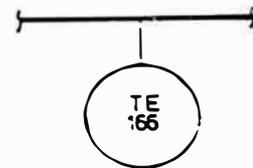
TEMPERATURA



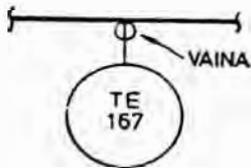
CONEXION DE ENSAYO DE TEMPERATURA CON VAINA



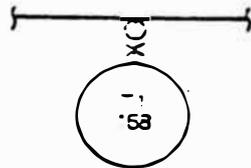
CONEXION DE ENSAYO DE TEMPERATURA SIN VAINA



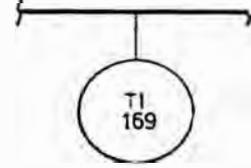
ELEMENTO DE TEMPERATURA SIN VAINA



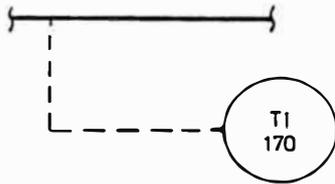
ELEMENTO DE TEMPERATURA CON VAINA



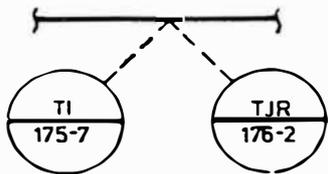
INDICADOR DE TEMPERATURA DE BULBO Y CAPILAR CON VAINA



TERMOMETRO BIMETALICO O DE VIDRIO U OTRO LOCAL

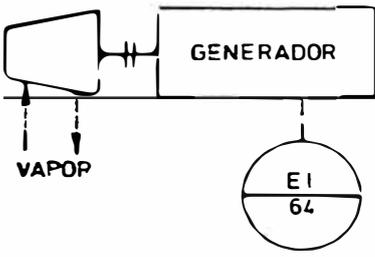
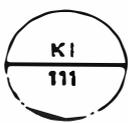
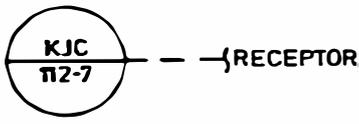
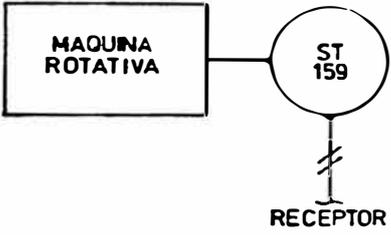
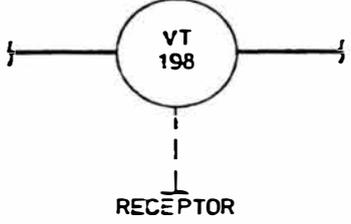


INDICADOR DE TEMPERATURA DE TERMOPAR O DE SONDA DE RESISTENCIA

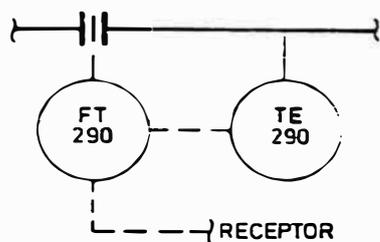


TERMOPAR DOBLE CONECTADO A UN INDICADOR Y UN REGISTRADOR MULTIPLE DE TEMPERATURA

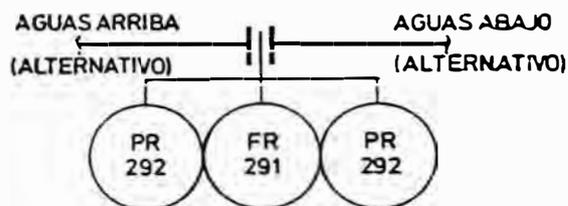
Elementos primarios (Cont.)

| | | |
|--|---|--|
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">TENSION</p> <p style="text-align: center;">E</p> |  <p style="text-align: center;">VOLTIMETRO INDICADOR CONECTADO A UN GENERADOR DE TURBINA</p> | |
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">TIEMPO O PROGRAMADOR</p> <p style="text-align: center;">K</p> |  <p style="text-align: center;">RELOJ</p> |  <p style="text-align: center;">PUNTO 7. PROGRAMADOR MULTIPUNTO. TODO-NADA</p> |
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">VELOCIDAD O FRECUENCIA</p> <p style="text-align: center;">S</p> |  <p style="text-align: center;">TRANSMISOR DE VELOCIDAD</p> | |
| <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">VISCOSIDAD</p> <p style="text-align: center;">V</p> |  <p style="text-align: center;">TRANSMISOR DE VISCOSIDAD</p> | |

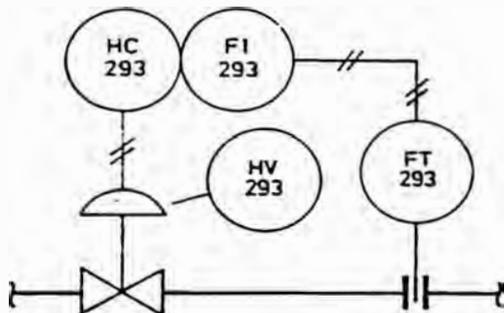
Sistemas varios



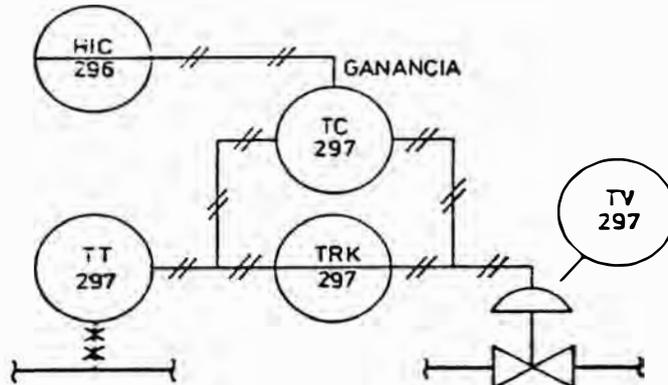
TRANSMISOR DE CAUDAL CON ELEMENTO DE TEMPERATURA DE COMPENSACION



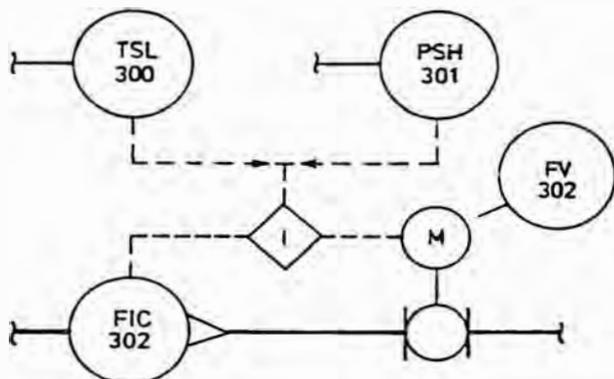
REGISTRADOR DE CAUDAL CON TOMA DE PRESION



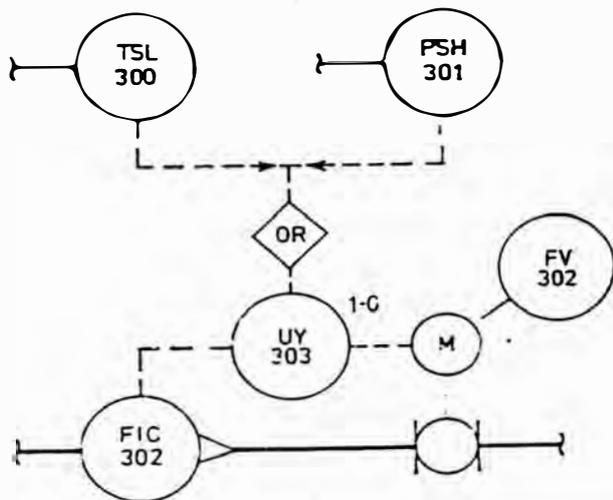
ESTACION DE MANDO MANUAL SIN MANOMETRO DE SALIDA Y CON INDICADOR RECEPTOR DE CAUDAL



REGISTRADOR CONTROLADOR LOCAL DE TEMPERATURA CON AJUSTE MANUAL REMOTO DE GANANCIA



UTILIZADO SI EL ENCLAVAMIENTO LOGICO ES INDEFINIDO O COMPLEJO

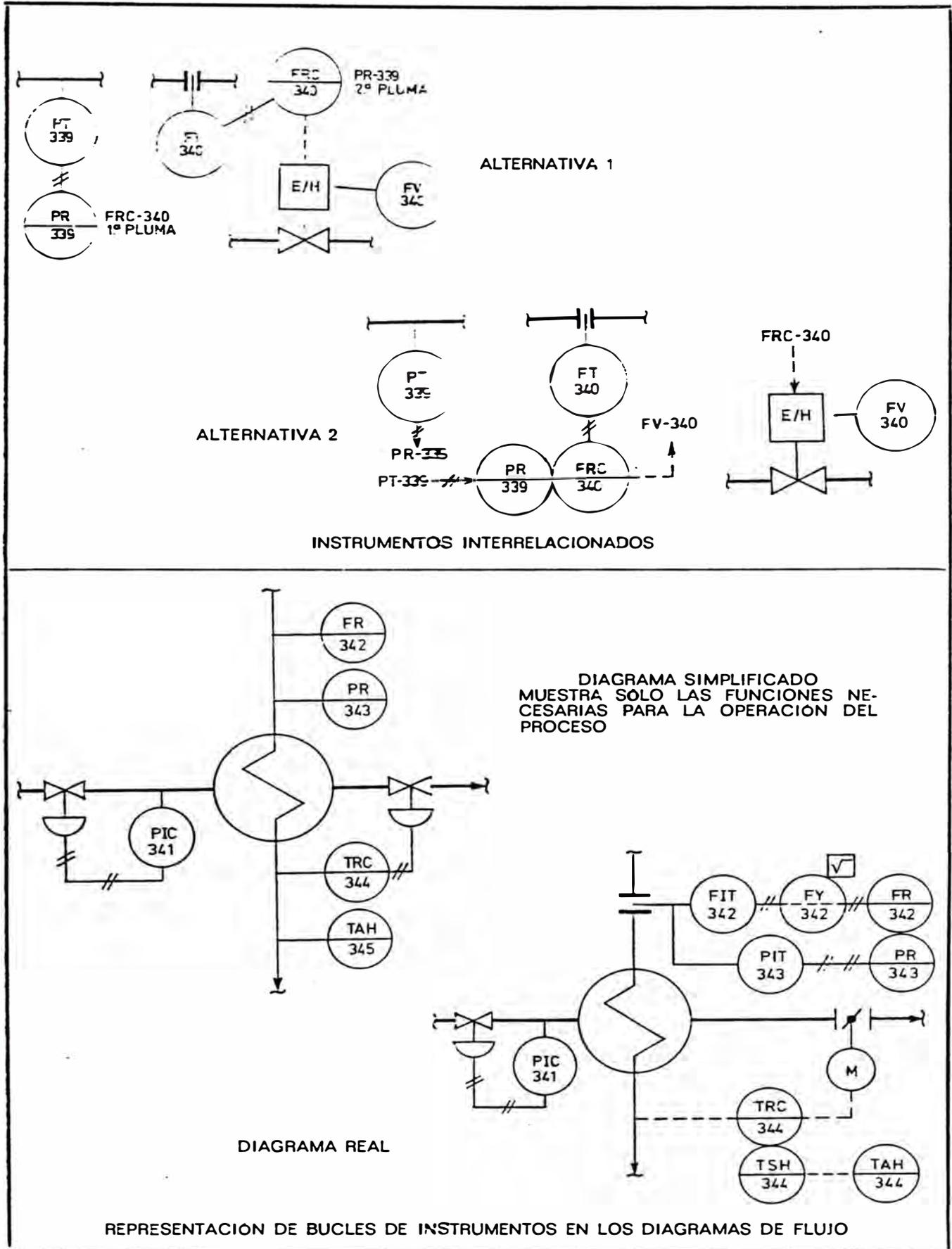


OPCIONAL

UTILIZADO SI DESEA MOSTRARSE EL RELE UY-303. .OR. DEBE OMITIRSE SI EL ENCLAVAMIENTO LOGICO ES INDEFINIDO O COMPLEJO

CONTROL DE CAUDAL ENCLAVADO CON TERMOSTATO DE BAJA TEMPERATURA O PRESOSTATO DE ALTA PRESION

Sistemas varios (Cont.)



Resumen Norma ISA-S5.2-76

Esta norma lista los símbolos lógicos que representan operaciones de proceso binarias realizadas por cualquier clase de hardware, sea eléctrico, neumático, hidráulico u otro.

La existencia de una señal lógica puede corresponder físicamente a la existencia o no de una señal de instrumentos, dependiendo del tipo particular del sistema de hardware y de la filosofía del diseño del circuito. Por ejemplo, el proyectista puede diseñar una alarma de alto caudal para que sea accionada por un interruptor eléctrico en el que los contactos abran, o bien cierren, cuando el caudal es alto. Por lo tanto, la condición de caudal alto puede ser representada físicamente por la ausencia o por la presencia de una señal eléctrica.

El flujo de información está representado por líneas que interconectan estados lógicos. La dirección normal del flujo es de izquierda a derecha o de arriba abajo. Para mayor claridad del diagrama, y siempre que sea necesario, pueden añadirse flechas a las líneas de flujo.

Es posible que una condición lógica específica no sea comprendida cuando trate a un aparato con dos estados alternativos específicos. Por ejemplo, si una válvula no está cerrada, puede ser debido a que la válvula está totalmente abierta, o bien a que la válvula no está cerrada y está en una posición intermedia entre casi cerrada y totalmente abierta. La interpretación literal del diagrama indica que la segunda posibilidad es la correcta.

En las válvulas todo-nada el diagrama debe especificar exactamente lo proyectado. De este modo, si la válvula debe estar abierta, así debe establecerse; no debe indicarse que la válvula está no cerrada.

En contraste, un dispositivo tal como una bomba accionada por un motor, siempre está funcionando o parada salvo algunas situaciones especiales. El señalar que una bomba no está en funcionamiento significa que está parada.

Las siguientes definiciones se aplican a los aparatos que tienen posiciones abiertas, cerradas o intermedias:

Posición abierta: Posición que está 100 % abierta.

Posición no abierta: Posición que es menor de 100 % abierta.

Posición cerrada: Posición que es 0 % abierta.

Posición no cerrada: Una posición que es mayor que 0 % abierta.

Posición intermedia: Una posición especificada que es mayor de 0 % y menor de 100 % abierta.

Posición no intermedia: Una posición especificada que es superior o inferior a la posición intermedia especificada.

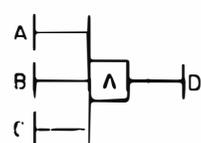
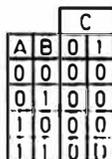
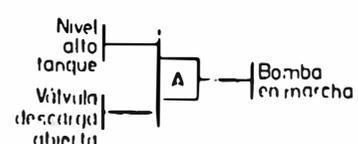
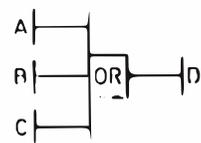
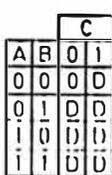
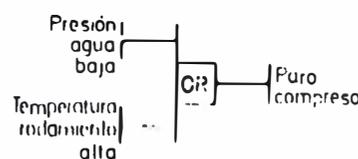
En un sistema lógico que tenga un estado de entrada derivado de modo inferencial o indirecto, puede presentarse una condición que conduzca a una conclusión errónea. Por ejemplo, la suposición de que existe caudal si una bomba está excitada, puede ser falsa porque una válvula puede estar cerrada, o porque el eje de la bomba esté roto o por otra causa.

La pérdida de alimentación —eléctrica, neumática u otra— a memorias o a otros elementos lógicos, puede afectar la operación del proceso, por lo que la

Tabla de símbolos lógicos

| Función | Símbolo | Definición y tabla de verdad | Ejemplo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| ENTRADA (INPUT) | (Entrada) \vdash Puede ser precedida por el símbolo del instrumento | Entrada secuencia lógica | Arranque manual de la inyección \vdash | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SALIDA (OUTPUT) | (Salida) \vdash Puede ser seguida por el símbolo del instrumento | Salida secuencia lógica | Paro extracción \vdash | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y (AND) | | <i>D</i> sólo existe mientras estén presentes <i>A</i> , <i>B</i> y <i>C</i> | La bomba está en marcha si el nivel es alto y la válvula de descarga está abierta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table> | A | B | C | D | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| A | B | C | D | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O (OR) | | <i>D</i> sólo existe mientras esté presente una o más entradas <i>A</i> , <i>B</i> y <i>C</i> | Paro del compresor si la presión del agua de refrigeración es baja o si la temperatura de los rodamientos es alta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table> | A | B | C | D | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| A | B | C | D | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 0 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 0 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O CUALIFICADA | * Insertar número de entradas | <i>D</i> sólo existe mientras estén presentes un número especificado de entradas <i>A</i> , <i>B</i> y <i>C</i> | Alimentador en marcha mientras dos y sólo dos molinos funcionen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NO (NOT) | | <i>B</i> sólo existe mientras la entrada <i>A</i> no existe | Cerrar válvula sólo mientras la presión no es alta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEMORIA DE FLIP-FLOP | * Si la salida <i>D</i> no existe uo debe mostrarse | <i>S</i> indica implantar memoria y <i>R</i> restaurar memoria | Si se inicia la operación de la bomba de reserva, ésta debe ponerse en marcha aunque falle la alimentación del circuito lógico. hasta que termina la secuencia del proceso. La bomba debe estar en marcha si existen simultáneamente los mandatos START y STOP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | La salida <i>C</i> existe tan pronto <i>A</i> existe, y continúa existiendo, independientemente del estado de <i>A</i> ; hasta el reset de la memoria, es decir, termina ante la existencia de <i>B</i> , <i>C</i> permanece terminado, independientemente del estado de <i>B</i> , hasta que <i>A</i> implanta la memoria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Si se emplea la salida <i>D</i> , ésta existe si <i>C</i> no existe, y <i>D</i> no existe cuando <i>C</i> existe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | La pérdida de alimentación se representa añadiendo la letra <i>S</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

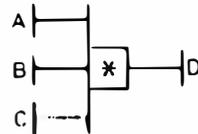
Tabla de símbolos lógicos

| Función | Símbolo | Definición y tabla de verdad | Ejemplo |
|------------------------|---|---|--|
| ENTRADA (INPUT) | (Entrada) ⊣ Puede ser precedida por el símbolo del instrumento | Entrada secuencia lógica | Arranque manual de la inyección ⊣ |
| SALIDA (OUTPUT) | (Salida) ⊣ Puede ser seguida por el símbolo del instrumento | Salida secuencia lógica | Paro extracción ⊣ |
| Y (AND) |  | D sólo existe mientras estén presentes A, B y C  | La bomba está en marcha si el nivel es alto y la válvula de descarga está abierta  |
| O (OR) |  | D sólo existe mientras esté presente una o más entradas A, B y C  | Paro del compresor si la presión del agua de refrigeración es baja o si la temperatura de los rodamientos es alta  |

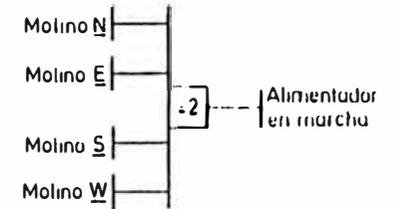
O CUALIFICADA

D sólo existe mientras estén presentes un número especificado de entradas *A*, *B* y *C*

Alimentador en marcha mientras dos y sólo dos molinos funcionen



* Insertar número de entradas



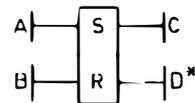
NO (NOT)

B sólo existe mientras la entrada *A* no existe

Cerrar válvula sólo mientras la presión no es alta



MEMORIA DE FLIP-FLOP



* Si la salida *D* no existe no debe mostrarse

S indica implantar memoria y *R* restaurar memoria

La salida *C* existe tan pronto *A* existe, y continúa existiendo, independientemente del estado de *A*; hasta el reset de la memoria, es decir, termina ante la existencia de *B*, *C* permanece terminado, independientemente del estado de *B*, hasta que *A* implanta la memoria

Si se emplea la salida *D*, ésta existe si *C* no existe, y *D* no existe cuando *C* existe

La pérdida de alimentación se representa añadiendo la letra *S*

Si se inicia la operación de la bomba de reserva, ésta debe ponerse en marcha aunque falle la alimentación del circuito lógico, hasta que termina la secuencia del proceso. La bomba debe estar en marcha si existen simultáneamente los mandatos START y STOP

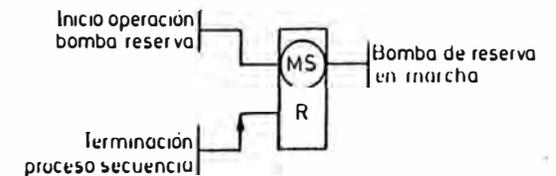


Tabla de símbolos lógicos (Continuación)

| <i>Función</i> | <i>Símbolo</i> | <i>Definición y tabla de verdad</i> | | <i>Ejemplo</i> |
|----------------|----------------|-------------------------------------|--|----------------|
| | | <i>Símbolo modificado</i> | <i>Acción requerida de la memoria ante fallos de la alimentación</i> | |
| | | LS | Pérdida de memoria | |
| | | MS | Memoria mantenida | |
| | | NS | No significativo, sin preferencia | |

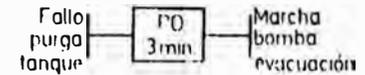
ELEMENTO DE TIEMPO



* Insertar símbolo

Método básico

| <i>Símbolo</i> | <i>Significado</i> | |
|----------------|---|--|
| DI | Retarda la iniciación de la salida. La existencia continua de A durante un tiempo especificando causa la existencia de B cuando el tiempo expira. B termina cuando A termina | Si falla la purga del tanque, aunque sea momentáneamente, operar la bomba de evacuación durante 3 minutos y a continuación pararla |
| DT | Retarda la terminación de la salida. La existencia de A causa la existencia inmediata de la salida B. B termina cuando A ha terminado y no ha existido durante un tiempo especificado | |



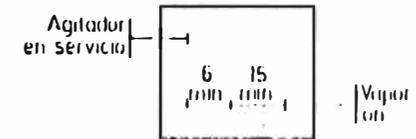
PO Impulso de salida. La existencia de *A* causa la existencia inmediata de *B*; *B* existe durante un tiempo especificado, independientemente del estado de *A*, y a continuación, termina

Método general

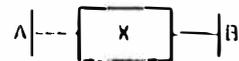


Existencia estado lógico de entrada
 No existe estado lógico de entrada
 Existencia estado lógico de salida
 No existe estado lógico de salida

El vapor se conecta durante 15 minutos empezando 6 minutos después que ha parado el agitador, excepto que el vapor debe ser desconectado si el agitador reanuncia



ESPECIAL.



* Insertar requerimientos lógicos especiales

La salida *B* existe con una relación lógica a la entrada *A* del modo establecido en requerimientos especiales

fuente de alimentación o su pérdida debe entrarse como entrada lógica al sistema o a los elementos lógicos individuales. En las memorias, la fuente de alimentación puede entrarse como una entrada lógica o en la forma indicada en los diagramas. También puede ser necesario mostrar el efecto de la restauración de la alimentación.

Definiciones

En la tabla que aparece en las páginas anteriores se representan y definen los símbolos lógicos; los símbolos con tres entradas A, B y C son típicos de funciones lógicas con cualquier número de dos o más entradas. En las tablas de verdad, 0 indica la no existencia de la entrada lógica o de la señal de salida o el estado dado en la cabecera de la columna. 1 indica la existencia de la señal o estado de entrada lógica. D indica la existencia de la señal o estado de salida lógica como resultado de las entradas lógicas apropiadas.

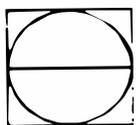
Resumen Norma ISA-S5.3

El objeto de esta norma es documentar los instrumentos formados por ordenadores, controladores programables, miniordenadores y sistemas a microprocesador que disponen de control compartido, visualización compartida y otras características de interfase. Los símbolos representan la interfase con los equipos anteriores de la instrumentación de campo, de la instrumentación de la sala de control y de otros tipos de hardware.

El tamaño de los símbolos debe ser conforme a la norma ISA-S5.1-84, a la que complementa.

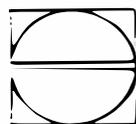
Símbolos de visualización del control distribuido/compartido

1. Accesible normalmente al operador-indicador/controlador/registrator o punto de alarma.



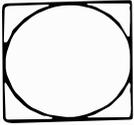
- (1) Visualización compartida.
- (2) Visualización y control compartidos.
- (3) Acceso limitado a la red de comunicaciones.
- (4) Interfase del operador en la red de comunicaciones.

2. Dispositivo de interfase auxiliar del operador.



- (1) Montado en panel; carátula analógica; no está montado normalmente en la consola principal del operador.
- (2) Controlador de reserva o estación manual.
- (3) El acceso puede estar limitado a la red de comunicaciones.
- (4) Interfase del operador vía la red de comunicaciones.

3. No accesible normalmente al operador.



- (1) Controlador ciego compartido.
- (2) Visualización compartida instalada en campo.
- (3) Cálculo, acondicionamiento de señal en controlador compartido.
- (4) Puede estar en la red de comunicaciones.
- (5) Normalmente operación ciega.
- (6) Puede ser alterado por la configuración.

Símbolos del ordenador

A utilizar cuando los sistemas incluyen componentes identificados como ordenadores, diferentes de un procesador integral que excita las varias funciones de un sistema de control distribuido. El componente ordenador puede ser integrado en el sistema, vía la red de datos, o puede ser un ordenador aislado.



4. Normalmente accesible al operador-indicador/controlador/registrador o punto de alarma. Utilizado usualmente para indicar la pantalla de video.

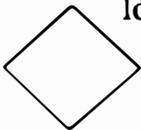
5. Normalmente no accesible al operador.



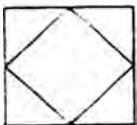
- (1) Interfase entrada/salida.
- (2) Cálculo /acondicionamiento de señal dentro de un ordenador.
- (3) Puede usarse como controlador ciego o como módulo de cálculo de software.

Símbolos de control lógico y secuencial

6. Símbolo general. Para complejos no definidos interconectando control lógico o secuencial (ver ISA-S5.1-34).

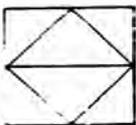


7. Control distribuido interconectando controladores lógicos con funciones lógicas binarias o secuenciales.



- (1) Paquete de controlador lógico programable o controladores lógicos digitales integrales con el equipo de control distribuido.
- (2) No accesible normalmente al operador.

8. Control distribuido interconectando un controlador lógico con funciones lógicas binarias o secuenciales.



- (1) Paquete de controlador lógico programable o controladores lógicos digitales integrales con el equipo de control distribuido.
- (2) Accesible normalmente al operador.

Símbolos de funciones internas del sistema

9. Cálculo/acondicionamiento de señal.



- (1) Para identificación de bloques consulte ISA-S5.1-84 tabla 2 «Designaciones de funciones para relés».
- (2) Para requerimientos de cálculo amplios, use la designación «C». Escriba aclaraciones en documentación suplementaria.
- (3) Utilizado en combinación con válvulas de alivio según ISA-S5.1-84.

Símbolos comunes

10. Red del sistema.



- (1) Usado para indicar una red de software, o conexiones entre funciones suministradas en el sistema del fabricante.
- (2) Alternativamente, la red puede ser mostrada implícitamente por símbolos contiguos.
- (3) Puede utilizarse para indicar una red de comunicaciones a opción del usuario.

Registradores y otros sistemas de retención de datos históricos

Los registradores convencionales, tales como los de gráfico de banda se mostrarán de acuerdo con ISA-S5.1-84.

En los registradores asignables utilice el símbolo 1.

El almacenamiento en masa de largo plazo de una variable de proceso mediante memorias digitales como cinta, disco, etc., debe representarse de acuerdo con los símbolos de visualización de control distribuido/compartido o símbolos de ordenador de esta norma, dependiendo de la localización del aparato.

Identificación

Los códigos de identificación de esta norma deben cumplir con ISA-S5.1-84 con las siguientes adiciones.

Alarmas de software

Las alarmas de software pueden ser identificadas situando letras de designación de la tabla 1.1 de ISA-S5.1-84 en las líneas de señal de entrada o de salida de los controladores, o de otro componente específico integral del sistema. Ver Alarmas que aparecen posteriormente.

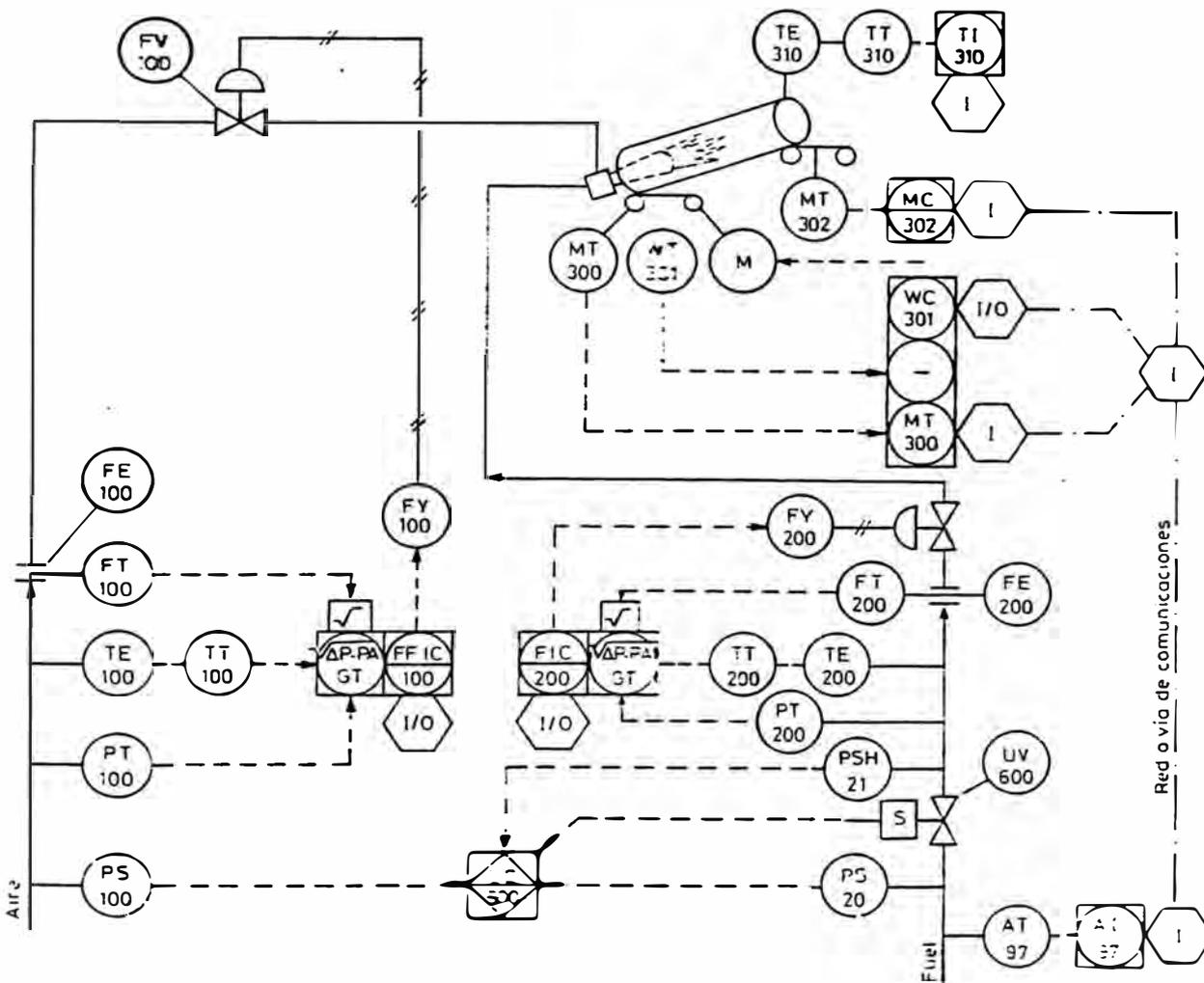
Contigüidad de los símbolos

Pueden unirse dos o más símbolos para expresar los significados siguientes, además de los mostrados en ISA-S5.1-84:

1. Comunicación entre los instrumentos asociados, por ejemplo, hilos de conexión, redes internas del sistema, reserva.
2. Instrumentos integrados con funciones múltiples, por ejemplo, registrador multipunto, válvula de control con controlador incorporado.

La aplicación de símbolos contiguos es una opción del usuario. Si su aplicación no es absolutamente clara, los símbolos contiguos no deben utilizarse.

Ejemplo de control de combustión:



Secuencia operación válvula control

| Bomba vacío | Contactos auxiliares interruptor motor | Válvula solenoide (UY) | Válvula control (UV) | | Agua refrigeración |
|-------------|--|------------------------|----------------------|--------|--------------------|
| | | | Actuador | Puerta | |
| Off | Cierra | Excitada | Presurizado | Cierra | Off |
| On | Abre | Desexcitada | Vent | Abre | On |

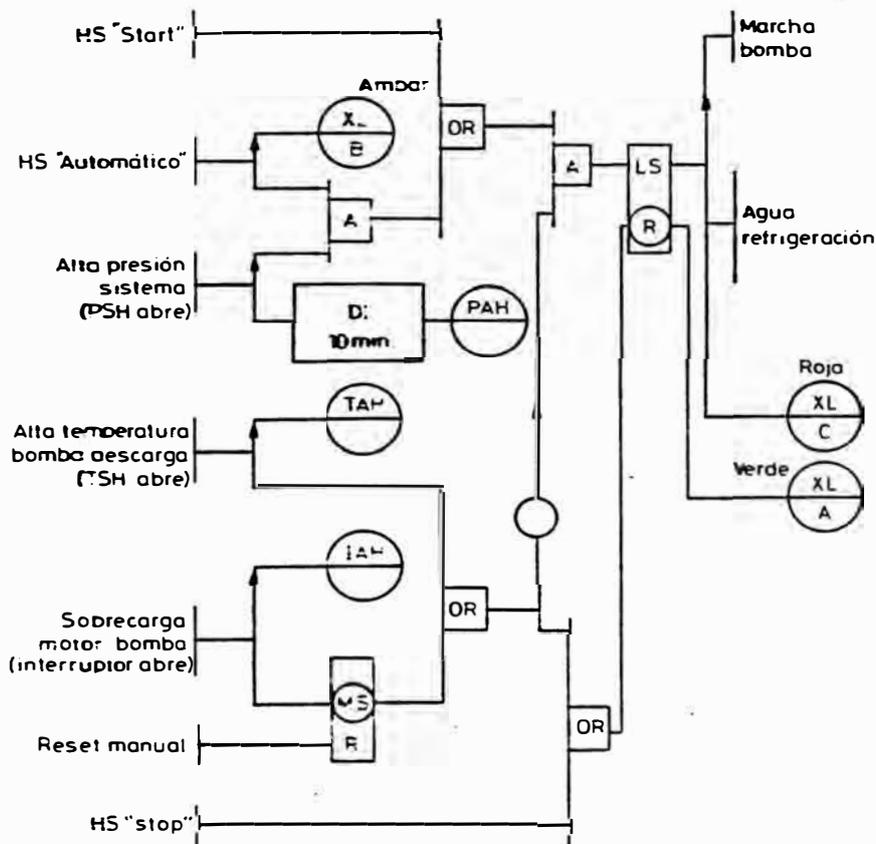
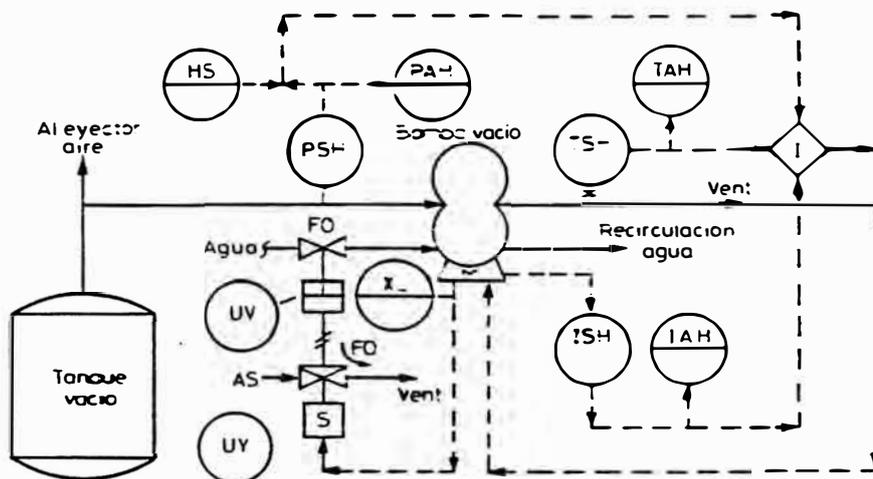


Fig. 1.13 Diagrama de flujo y lógico de una bomba de vacío de reserva.

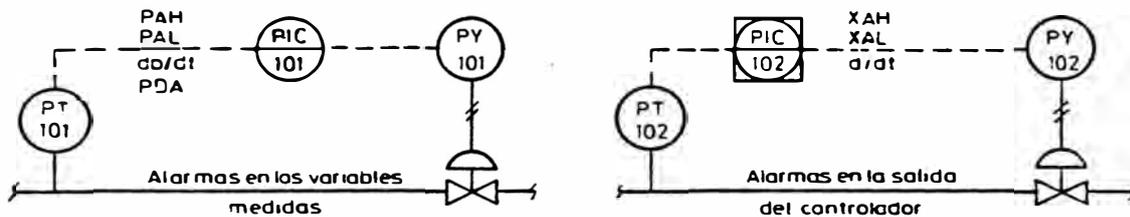
Alarmas

Generalidades

Todos los aparatos y alarmas cableados, distintos de los aparatos y alarmas cubiertos específicamente por esta norma, deben estar de acuerdo con ISA-S5.1-84 tabla 1.1.

Alarmas de sistemas de instrumentos

Las alarmas cubiertas por esta norma deben identificarse de acuerdo con las figuras:



ANEXO B
TIPOS DE VALVULAS

Pneumatic Valve Positioner Single Acting

Model 870010

Specification

Function

The Pneumatic Valve Positioner (Figures 1 and 2) is a single acting, single stage, force-balance type final control device. Side mounted on a pneumatic process control valve, it utilizes an auxiliary air supply and a feedback cam to position the control valve in accordance with the air signal from a controller.

Description

Enclosure

The pilot assembly is attached to a lightweight housing which contains the cam and mechanical linkage for the lever. Both the lightweight housing and pilot assembly have a beige baked enamel finish. Special ball and sleeve bearings are used on critical wear surfaces. The positioner has a lever, cam actuated feedback design. Air ports are large and self-cleaning. The optional bypass and gage assembly allows quick removal of the positioner without disconnecting air tubing or disrupting valve service.

Action

The action is direct or reverse and can be quickly changed on both top loading or bottom loading actuators by rotating the pilot assembly and reversing the cam. No additional parts are necessary. Start point is easily adjusted by rotating a knurled spring nut.

Cam

Three interchangeable cams are available to provide three different characteristics. Refer to Figure 3. Cam #1 (linear) is installed as standard.

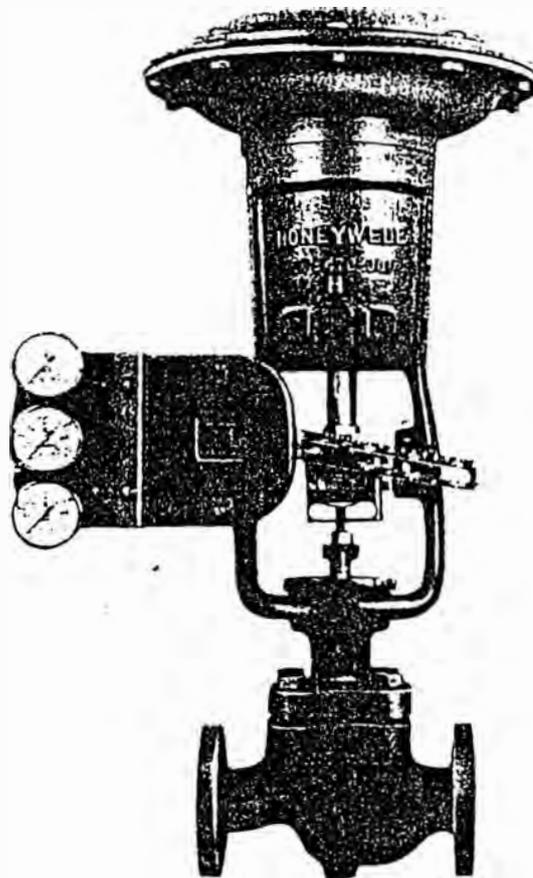


Figure 1 — Pneumatic Valve Positioner with Gages mounted on a Honeywell Diaphragm Reverse Actuated Control Valve

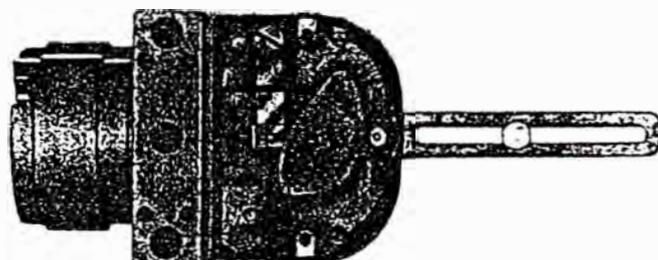


Figure 2 — Valve Positioner, Internal View

850-241

Ordering Information

Specify, Model No. 870010 - Table I - II - III - IV - V - VI
 - 00 - 00 - 00 - 00 - 00 - 00

TABLE I - Positioner Operating Ranges

- 3-15
- 3-9
- 9-15
- 6-30

- 011
- 012
- 013
- 014

TABLE II - Pilot Assembly

- Direct
- Reverse

- 11
- 12

TABLE III - Manifold & Gages

| Manifold and Gage - Options | Instrument Signal | Gages | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|----|
| | | Air Supply (psig) | Instru-ment Gage (psig) | Valve Gage (psig) | Supply Gage (psig) | |
| Without Gages | All | to 50 | none | none | none | 00 |
| With (Dual Dial) Gages | 3-15, 3-9 and 9-15 | to 25 | 0-30 | 0-30 | 0-30 | 21 |
| | 3-15, 3-9 and 9-15 | 30 to 50 | 0-30 | 0-60 | 0-60 | 22 |
| With Bypass and (Dual Dial) Gages | 3-15, 3-9 and 9-15 | to 25 | 0-30 | 0-30 | 0-30 | 41 |
| | 3-15, 3-9 and 9-15 | 30 to 50 | 0-30 | 0-60 | 0-60 | 42 |

TABLE IV - Engineering Code No. (Specify 00)

TABLE V - Actuator Matching (Mounting Parts)

(a) Factory Mounted Onto:

Type 01 Actuators and Air-O-Motors

- 01-9 and 11 Direct or Spring Type A-O-M
- 01-11 Direct with Side Mounted Handwheel
- 01-13 through 24 Direct or Spring Type A-O-M
- 01-13 through 18 Direct with Side Mounted Handwheel
- 01-9 and 11 Reverse
- 01-11 Reverse with Side Mounted Handwheel
- 01-13 through 24 Reverse
- 01-13 through 18 Reverse with Side Mounted Handwheel
- 01-9 and 11 Springless or Springless A-O-M
- 01-11 Springless with Side Mounted Handwheel
- 01-13 through 24 Springless
- 01-13 through 18 Springless with Side Mounted Handwheel
- 01-13 Springless Thrust A-O-M
- 01-13 Springless Lever A-O-M

- 01
- 03
- 04
- 06
- 07
- 08
- 09
- 10
- 01
- 03
- 09
- 10
- 09
- 10

Type 05 Actuator and Air-O-Motors

- 05 Direct or Reverse — Bolted Gland Yoke
- 05 Direct or Reverse — Screwed Gland Yoke
- 05 Lever — Air-O-Motor
- 05 Thrust — Air-O-Motor

- 01
- 19
- 22
- 23

(b) Field Mounting Kits (for Field Mounting)

- For Honeywell Actuator with Stem Clamp
- * For Non-Honeywell Actuator with Valve Stem diameter up to 3/4"
- * For Non-Honeywell Actuator with Valve Stem diameter 7/8 to 1-1/4"
- Positioning Only — No Mounting Kit

- 27
- 28
- 29
- 00

TABLE VI - Options

- None

- 00

* Suitable for most cast type yoke actuators. Requires drilling two 11/32" holes in yoke for mounting.

Specifications are subject to change without notice.

Control Valves

Overview

Whether your application calls for pneumatically or electrically actuated valves — whether your process conditions are tough or moderate, you will most likely find among Honeywell's broad line the exact valve that meets your needs. You will also find that the price is right and we can deliver fast.

Honeywell's comprehensive line of control valves includes single-seated angle valves, high-pressure single- and double-seated straight-through globe valves, low-flow valves, 3-way mixing and diverting valves, eccentric-type top and bottom guided rotary valves.

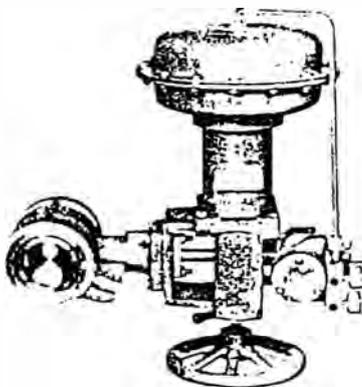
Honeywell also carries a full line of tight shut-off and balanced cage valves in all castable materials. Sizes range from 1/2 through 16 inches. Actuators include pneumatic diaphragm, Actionator or Modutrol motors, or manual hand-wheels. Pneumatic and electro-pneumatic positioners, single- and double-acting transducers complement the line.

In addition to this wide selection of valves, Honeywell offers many valves and actuators on a fast delivery basis to satisfy urgent or emergency requirements. Two programs, *Speed*

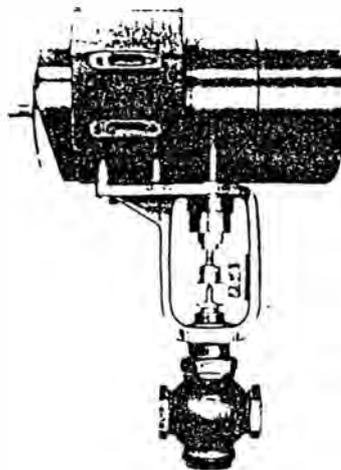
Ship and Rapid Ship, involve thousands of valve configurations which can be assembled and delivered to you to put your process back on-line in a hurry following a valve breakdown.

NOTE:

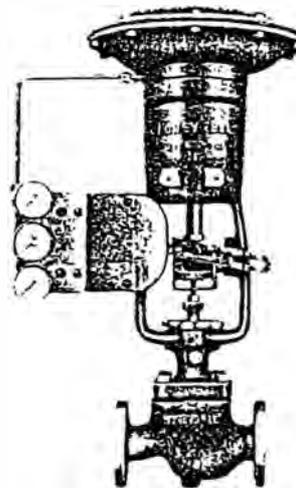
A Process Control Valve Binder is available for customers with valve requirements. This binder contains engineering data, specifications for all our valves and associated equipment. To obtain the valve binder, see your Honeywell Sales Representative.



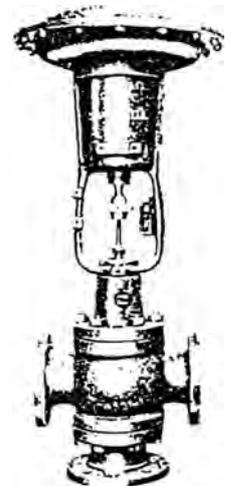
FloWing valve



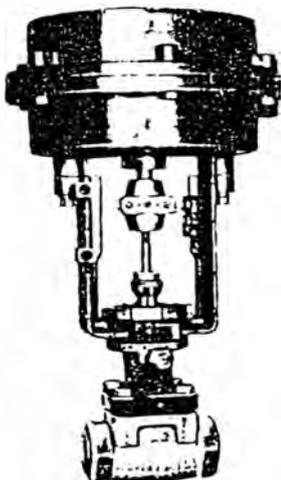
Light duty valve



Cage-type valve



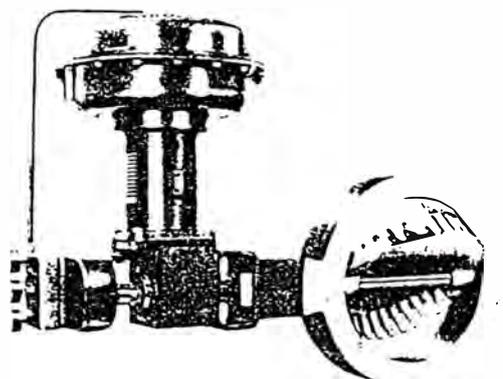
Three-way valve



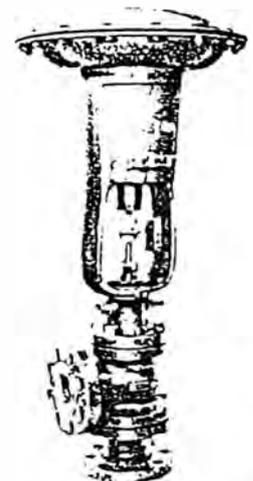
Low-flow valve



Two-way valve

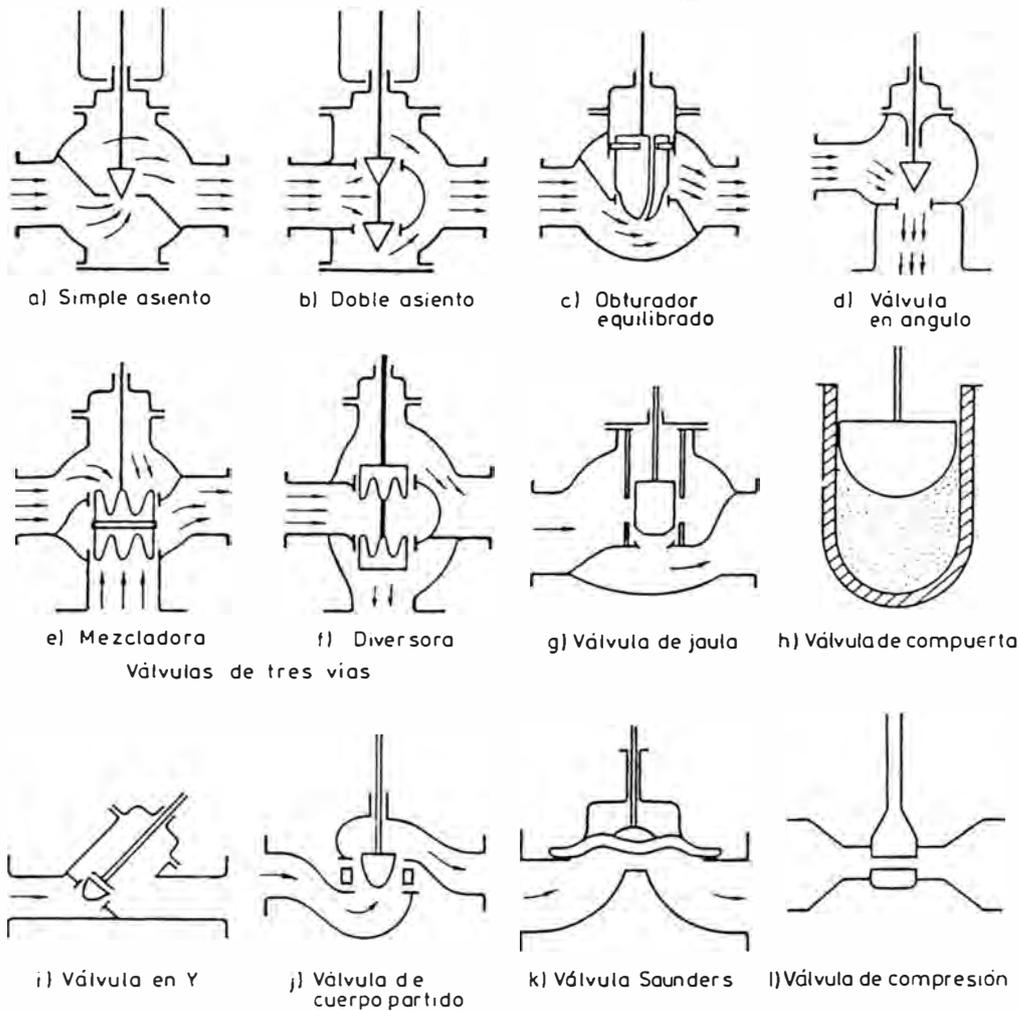


FloDisc valve



Angle valve

OBTURADORES DE MOVIMIENTO LINEAL



OBTURADORES DE MOVIMIENTO CIRCULAR

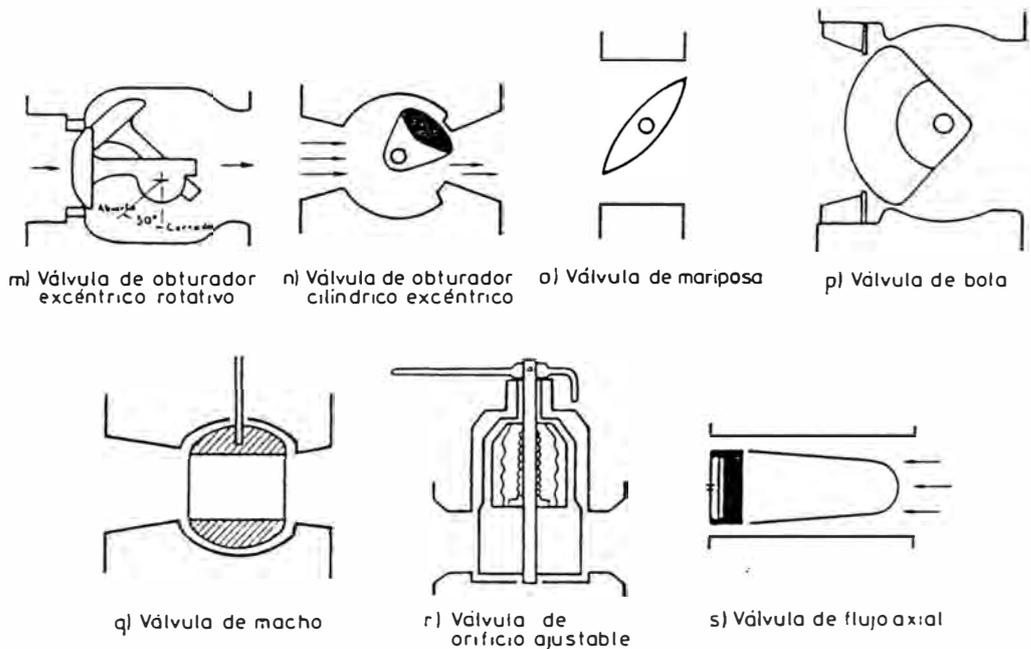


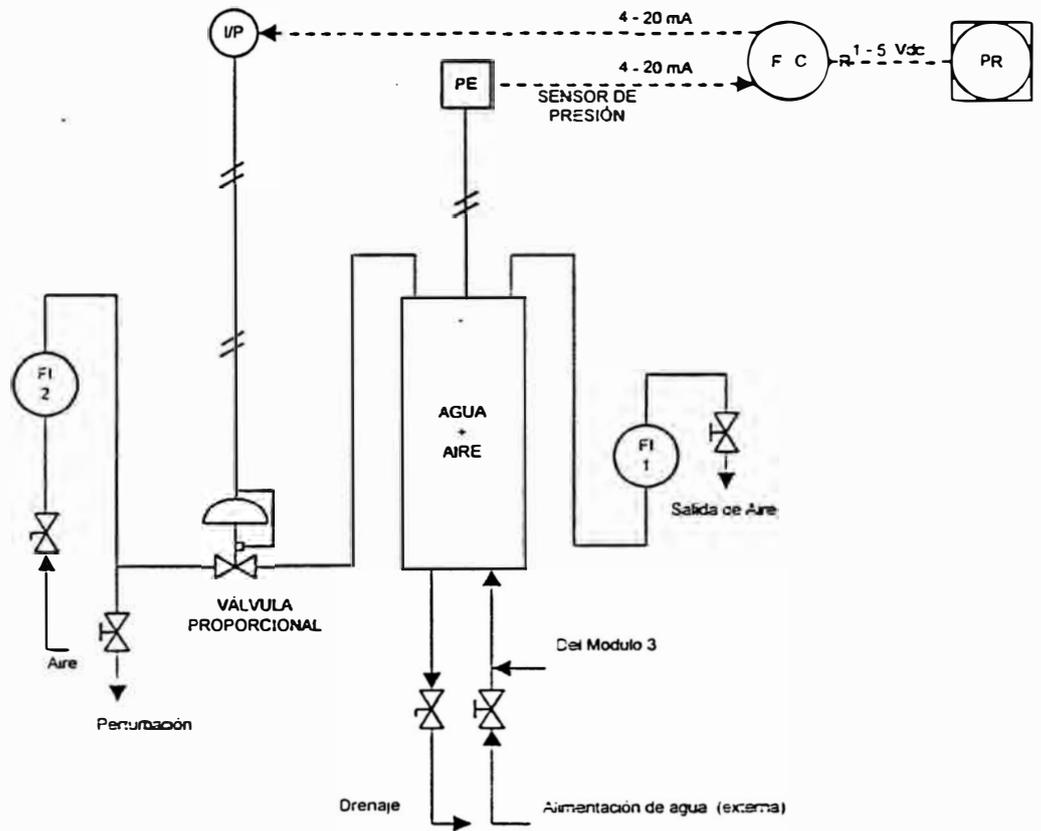
Fig. 82 Tipos de válvulas de control.

ANEXO C

**DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION DE LAS PLANTAS DE CONTROL
DE PROCESOS INDUSTRIALES**

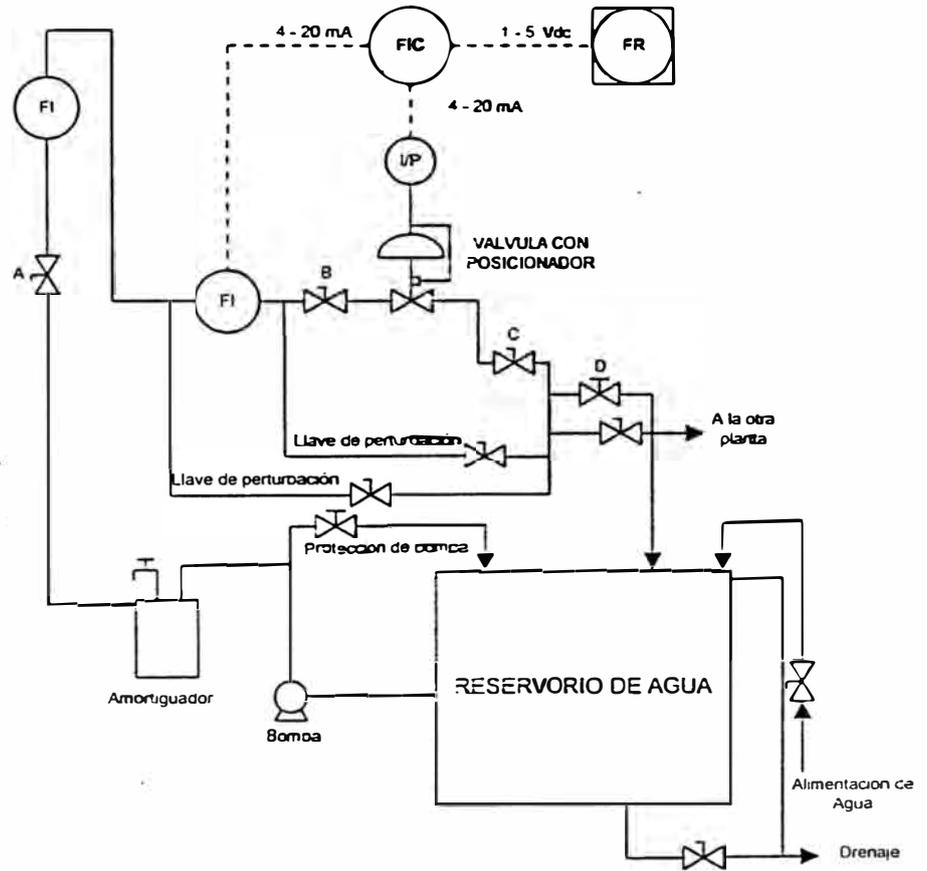
CONTROL DE PRESIÓN

DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN



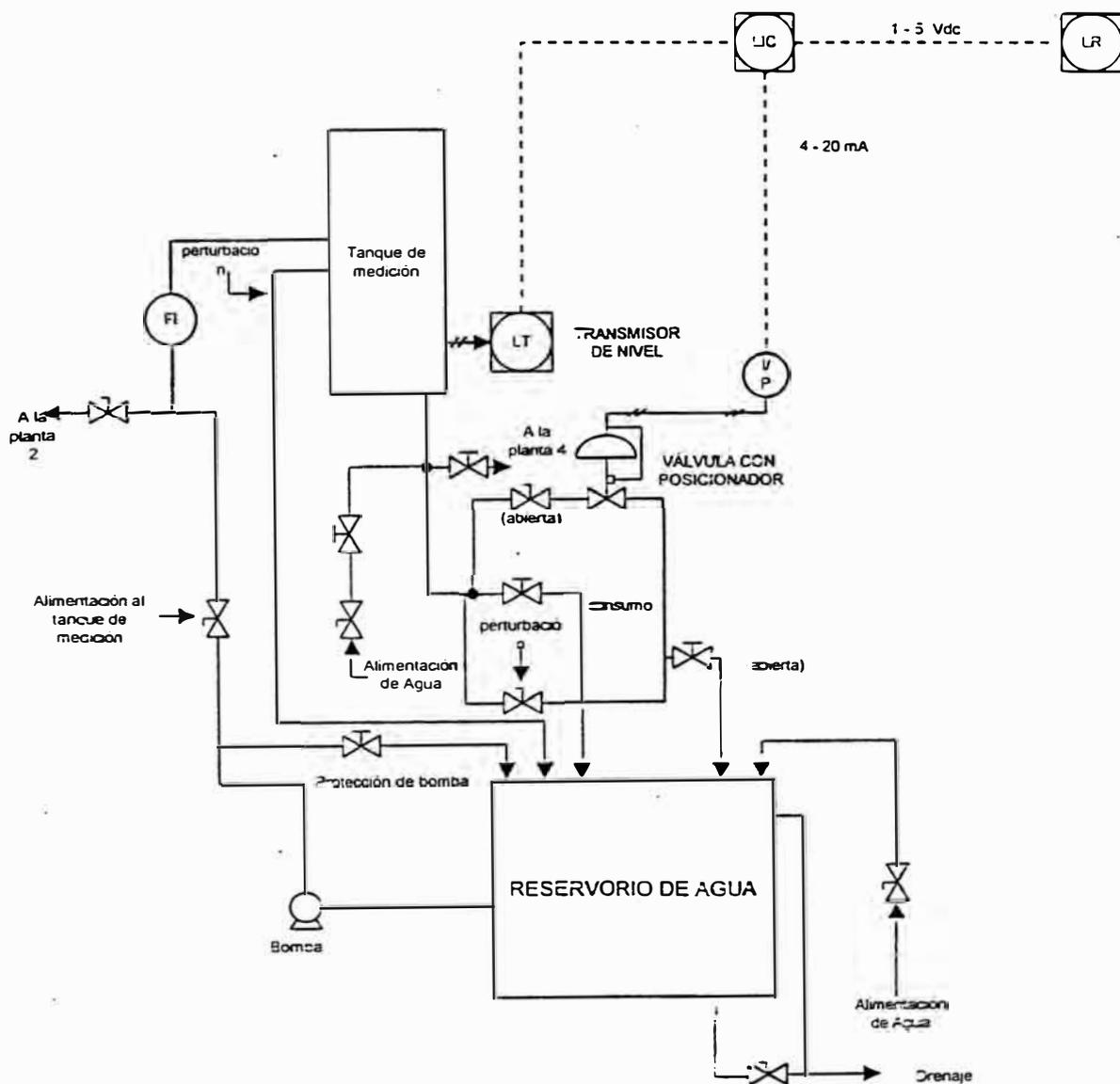
CONTROL DE FLUJO

DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION



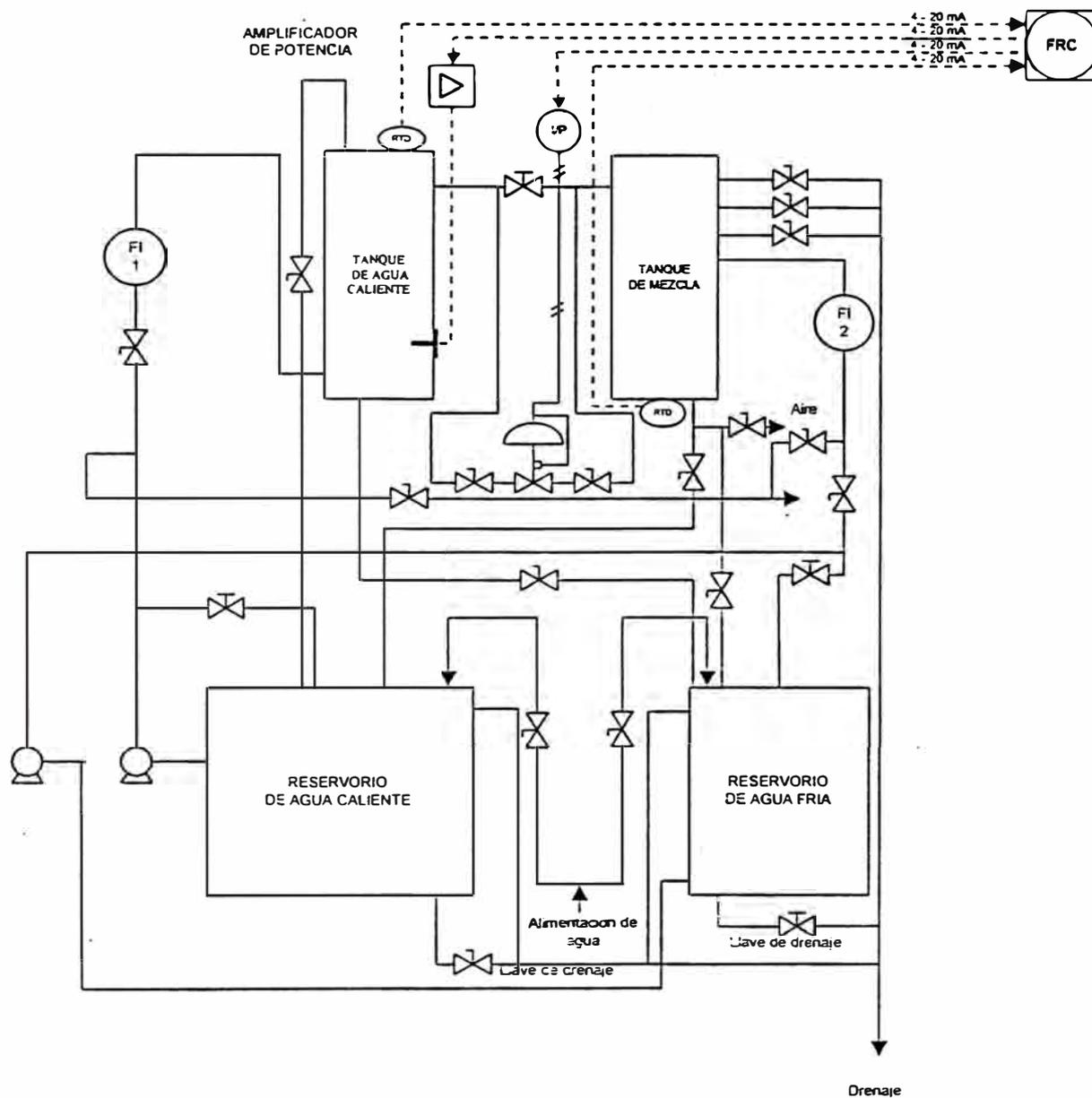
CONTROL DE NIVEL

DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN



CONTROL DE TEMPERATURA

DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION



ANEXO D

CARACTERISTICAS DE LOS INSTRUMENTOS

DE MEDICION Y CONTROL

CONSIDERACIONES SOBRE EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS RESISTENCIAS DE CALENTAMIENTO EN EL MODULO DE TEMPERATURA

En el cálculo de la potencia de las resistencias del tanque de calentamiento (T1), hemos utilizado la fórmula dada en el manual para la selección de resistencias de Watlow-Application Guide, siguiente:

$$Kw = \text{Litros/min} \times \text{Elevación de temperatura (oC)} \times 0,076$$

Para calentamiento de agua en movimiento, de donde tenemos los siguiente:

Suponiendo que deseamos que el calentamiento del agua será de 60 oC , y usando la fórmula anterior obtenemos el siguiente resultado:

$$Kw = 1500 \times 40 \times 0,076 = 76$$

l cual nos parece excesivo.

Una solución seria aminorar el caudal de circulación.

Se puede calcular también que para una potencia de 5 Kw (potencia razonable para este tipo e instalaciones) el caudal es de aproximadamente 100 l/h el cual nos ocasiona problemas en el dimensionamiento de las válvulas; por lo que se decidió, que la mejor solución es mantener el caudal en 1500 l/h y la potencia de las resistencia de calentamiento en 5 Kw

Esto hará que durante el funcionamiento el valor de la temperatura de agua caliente no sea constante, ya que la demanda será mayor que la disponibilidad de calor

El comportamiento de la temperatura resulta en una ecuación de primer orden. de donde se deduce lo siguiente:

Considerando una temperatura de control en el tanque de medición de 40 o C y considerando la recirculación de agua a esta temperatura hacia el tanque de medición y par aun volumen del tanque de calentamiento será de 50 oC luego de 1.75 min y de 45 oC luego de 4,16 min. La temperatura final de estabilización será de 42,9 oC aproximadamente, siendo 2,9 oC la temperatura que de todas maneras añadirán las resistencias al caudal de agua circulando.

DETALLES Y COSTOS DE EQUIPOS

PLANTA MODELO DE CONTROL NIVEL

Item 1.1 : Medidor de nivel

Transmisor de nivel por presión diferencial

| | |
|-------------------------|---|
| Marca | Fischer & Porter |
| Modelo | serie DPX, modelo DKC |
| Tipo | presión diferencial, sensor capacitivo |
| Conexiones | presión 1/4" NPT eléctricas 1/2" NPT |
| Presión máxima | 160 bar |
| temperatura del fluido | - 40°C a 120°C |
| Tempertura ambiente | - 20 a 80 °C |
| Span | mínimo 320 mmH ₂ O |
| Rango | +/- 3200 mmH ₂ O |
| Precisión | 0.1% del span calibrado. |
| Material de la cubierta | acero inoxidable 316 |
| Material del diafragma | Hastelloy C |
| Material de la celda | acero inoxidable 316 |

| | |
|----------------------------------|---|
| Caseta de elementos electrónicos | acero inoxidable 316 forjado bajo en cobre |
| Salida | 4-20mA dos hilos |
| Alimentación | 11 a 45 VDC |
| Protección | 11 a 45 VDC |
| Funciones | configuración de dirección de falla; acción normal o reversa damping eléctrico ajustable filtro RFI incorporado salidas fijas para verificación de plazo cambiable a tipo inteligente con inserción de módulo adicional |
| PRECIO EX-FABRICA | FF 4017.00 |
| PLAZO DE EMBARQUE | 6 semanas |

OPCCION B

Transmisor de nivel por presión diferencial de características similares la opción A, pero de tipo inteligente, indicación digital y con las siguientes características adicionales

| | |
|------|--------------------------------|
| Span | mínimo 32 mmH ₂ O |
| | máximo 3200 mmH ₂ O |

| | |
|-------------------|--|
| Salida | 4-20 mA con protocolo HART |
| Indicador | digital LCD cuatro dígitos escala de lectura directa |
| Configuración | cero y span vía botones en instrumento o vía configuración manual opcional |
| Precio ex-fabrica | FF 5475 |
| Plazo de embarque | 6 semanas |

Item 1.2 : Válvula de control

Válvula de control de flujo con posicionador incorporado

| | |
|-------------|--------------------------|
| Marca | Cashco |
| Modelo | Ranger QCT |
| Tipo | asiento esférico |
| Conexión | 1" tipo wafer |
| Presión | ANSI B16.34 clase 150 lb |
| Temperatura | de -320 a 450 F |
| Cuerpo | hierro dúctil |
| Sellos | teflón |

| | |
|-------------------|---|
| Internos | acero inox.316 |
| Características | intrínseca lineal |
| Cv | reducido 0.2x (3.1 Cv a 100% de apertura) |
| Posicionador | 9000R rotante neumático |
| Señal entrada | 5 - 13 psig |
| Precio ex-fabrica | US\$ 596.56 |
| Plazo de embarque | 5-6 semanas |

Item 1.3: Convertidor I/P

Convertidor de señal de corriente a señal de presión (I/P)

con filtro de regulador de presión de aire de alimentación.

| | |
|--|-----------------------------------|
| Marca | Brandt (cashco) |
| Modelo | STD 5131 |
| Señal de entrada | 4-20 mA dc |
| Presión máxima de alimentación de aire | 250 psig |
| Precisión | +/- 0.25 del span |
| Conexiones | aire ¼" NPT eléctrica 1/2" NPT |
| PRECIO DE EX-FABRICA | US\$ 365.31 |
| PLAZO DE EMBARQUE | 5-6 semanas |

Item 1.4. Rotámetro

Medidor de flujo tipo rotámetro (area variable) con salida de alarma

| | |
|-------------------|--|
| Marca | Fischer & Porter |
| Modelo | 10A1197 |
| Conexiones | 1" roscadas |
| Largo escala | 250 mm |
| Precisión | clase 1.6 |
| Materiales | tubo de vidrio borosilicato extremos de bronce cuerpo de acero flotador acero inoxidable. 1.43201 |
| Caudal | máximo 2497 l/h (hasta 3900 l/h con cambio de flotador) |
| Alarmas | ajustable |
| Contacto | 10VA,48V, |
| Protección | IP65 |
| Escala | C - 100% |
| PRECIO EX-FABRICA | DM 500.00 |
| PLAZO DE EMBARQUE | 8 - 10 semanas |

ACCESORIO :Configuración manual de protocolo HART

| | |
|-------------------|-----------------------------------|
| Marca | Otic Fischer & Porter (Francia) |
| Modelo | DXW |
| Indicación | 16 dígitos x líneas |
| Alimentación | batería níquel-cadmio incorporada |
| Cargador | 230 VAC 50/60 Hz |
| PRECIO EX-FABRICA | FF 6,130.00 |
| PLAZO DE EMBARQUE | 6 semanas |

PLANTA MODELO DE CONTROL DE PRESION

Item 1.1: Regulador de presión

Regulador de presión para aire comprimido con manometro y filtro incluido

| | |
|-----------------------------------|----------------|
| Marca | micromecanica |
| Modelo | Nova |
| Conexión | ¾“ NPT |
| Precisión | 0-10 bar |
| Temperatura | ambiente 50 0C |
| Precio local | \$152 |
| Transmisor de presión manométrica | |

Opción A

Transmisor de presión de rango bajo

| | |
|-----------------------------------|--|
| Marca | Otic Fisher &Porter |
| Modelo | Serie DPX, Mod. DKG |
| Tipo | Prsión manométrica sensor capacitivo |
| Conexiones de presión | Presión ¼” NPT |
| Conexiones eléctricas | Eléctricas ½ “ NPT |
| Presión máxima | 10 bar |
| Temperatura fluido | -40 a 100 °C |
| Temperatura ambiente | -20 a 80 ° C |
| Span | máximo 64 kPa mínimo 6.4 kPa |
| Rango | máximo x64 kPa |
| Precisión | x máximo 64 kPa |
| Materiales | Cubiertaacero inoxidable 316 diafragmaHastelloy C celda acero inoxidable 316 |
| Materiales de caseta de elementos | aleación de aluminio forjado |
| Electrónicos | |
| Salida | 4- 20 mA dos hilos |
| Alimentación | 11 a 45VDC |

| | |
|-------------------|--|
| Protección | IEC IP67 y NEMA 4X Filtro RFI incorporado |
| PRECIO EX´FABRICA | FF3438.50 |
| PLAZO DE EMBARQUE | 6 semanas |

OPCION B. Transmisor de nivel por presión diferencial de características similares a opción A pero de tipo inteligente, con indicador digital y con las siguientes características adicionales

| | |
|--------|---|
| Span | mínimo 640 Pa máximo 6.4 kPa |
| Salida | 4-20 mA con protocolo HART digital LCD cuatro dígitos escala de lectura directa |

Configuración cero y span vía botones en instrumento o vía configuración manual opcional.

| | |
|-------------------|------------|
| PRECIO EX-FABRICA | FF 4875.00 |
| PLAZO DE EMBARQUE | 6 semanas |

| | |
|----------------------|-----------------------------------|
| Marca | Brandt (cashco) |
| Modelo | STD 5131 |
| Señal de entrada. | 4-20 mA dc |
| Presión máxima. | 250 psig alimentación de aire |
| Precisión | +/- 0.25 del span |
| Conexiones | aire ¼" NPT eléctrica 1/2" NPT |
| PRECIO DE EX-FABRICA | \$ 365.31 |
| PLAZO DE EMBARQUE | 5-6 semanas |

Item 1.4. Rotámetro

Medidor de flujo tipo rotámetro (area variable) con salida de alarma

| | |
|--------------|---|
| Marca | Fischer & Porter |
| Modelo | 10A1197 |
| Conexiones | 1" roscadas |
| Largo escala | 250 mm |
| Precisión | clase 1.6 |
| Materiales | tubo de vidrio borosilicato; extremos de bronce; cuerpo de acero |
| Flotador | acero inoxidable 1.43201 |

Item 1.2: Válvulas de control

Válvula de control de presión con posicionador incorporado

| | |
|--------------------|--------------------------|
| Marca | Casco |
| Modelo | Chemical valve |
| Tipo | globo |
| Conexión | 1" NPT |
| Temperatura | de-50 a 450 °F |
| Cuerpo | acero inoxidable 316 |
| Característica | intrínseca isoporcentual |
| Cv | 2.75 a 100 % de apertura |
| Posicionador | 9540L lineal neumático |
| Señal de entrada | 3-15 psig |
| Alimentación | 20 psig FR INCLUIDO |
| Montaje en válvula | |
| PRECIO DE FABRICA | 723.36 |

Item 1.3 Convertidor I/P

Convertidor de señal de corriente a señal de presión (I/P)

con filtro de regulador de presión de aire de alimentación.

| | |
|-------------------|--|
| Caudal | máximo 2497 l/h , hasta 3900 l/h con cambio de flotador) |
| Alarmas | máximo caudal. ajustable, contacto 10VA.48V, |
| Protección | IP65 |
| Escala | C - 100% |
| PRECIO EX-FABRICA | DM 500.00 |
| PLAZO DE EMBARQUE | 8 - 10 semanas |

PLANTA MODELO DE CONTROL DE TEMPERATURA

Item 1: Transmisor de temperatura de tanque de medición

Termoresistencia (RTD) de tres hilos Pt100

| | |
|------------------------|----------------------|
| Marca | Thermoelectric |
| Tipo | Pt 100 ohmios |
| Coeficiente | 0.00385 ohmio/ohm/C |
| Conexiones eléctricas. | 3 hilos |
| Funda | acero inoxidable 316 |

| | |
|-------------------|--|
| Cable | aislamiento de teflón |
| Longitud | 20 cm (para tanque de 40 cm de diámetro) |
| Diámetro | ¼" |
| Fitting | ½" NPT de dos lados |
| Cabezal | aluminio con espacio para transmisores pequeños c conexión ½ NPT |
| Transmisor | E-2657R provisto en cabezal Rango 0-200 °C |
| Salida | 4-20 mA dos hilos alimentación 10 a 36 VDC |
| PRECIO EX-FABRICA | \$392 |

PLAZO DE EMBARQUE 4 A 8 semanas

Item2 Termocupla tipo J para tanque de calentamiento

Marca Thermoelectric

Tipo J (hierro- constantán)

Funda aceroinox.316

Longitud 20 cm (para tanque de 40 cm de diámetro)

Diámetro de varilla ¼”

Fitting ½” NPT de dos lados

Cabezal aluminio con espacio para transmisores
pequeños c
conexión ½” NPT

PRECIO EX-FABRICA \$ 76

PLAZO DE EMBARQUE 4 a 6 semanas

Item 3 Controlador de temperatura

Controlador de temperatura PID con indicación digital

| | |
|--------------|--|
| Marca | Fischer & Porter |
| Modelo | 53MC5212A21AA |
| Entrada | 1 - 5 VDC 4 - 20 mA DC |
| Salida | 4 - 20 mA DC |
| Alimentación | 120/240 V AC |
| Funciones | control PID PI, PD auto/manual rampas de temperatura alarmas sintonía auto/adaptativa |

PRECIO EX-FABRICA \$ 880

PLAZO DE ENTREGA 4 a 6 semanas

Item 4 Regulador de potencia

Regulador de potencia monofásico

| | |
|------------------|--|
| Marca | Thermoelectric |
| Tipo | monofásico interrupción a voltaje cero |
| Alimentación | 220 VAC |
| Señal de entrada | 4 - 20 mA |
| Salida | 0-100% de alimentación |
| Control manual | 0-100% de rango |
| Base de tiempo | 1 segundo |
| Protección | cuerpo de paneles abierto |

PRECIO EX-FABRICA \$ 520

PLAZO DE ENTREGA 4 a 6 semanas

Item 5 Válvulas de control de entrada de agua caliente

a- válvula de control electromeumática de temperatura

| | |
|--------|---------|
| Marca | Cashco |
| Modelo | 2266-12 |
| Tipo | globo |

| | |
|-------------------|------------------------------|
| Acción | normalmente cerrada |
| Conexión | 1/2" roscado |
| Presión | ANSI B16.15 clase 250 libras |
| Temperatura | de-20 a 400 °F |
| Cuerpo | bronce |
| Asiento externos | metal |
| Asientos internos | acero inoxidable |
| Característica | lineal |
| Cv | disponible 3.5 |
| Posicionador | P/P 73N12F |
| Señal de entrada | 3-15 psig |
| Alimentación | 20 psig FR INCLUIDO |
| Montaje | superior en válvula |
| PRECIO EX-FABRICA | 536.36 |

Item 6. Convertidos electroneumático para válvula de control

Convertidos de señal de corriente a señal de presión (I/P) con filtro regulador de

Presión de aire de alimentación

| | |
|------------------|-------------------------------|
| Marca | Brandt |
| Modelo | 2131 |
| Señal de entrada | 4 - 20 mA |
| Señal salida | 3-15 psig |
| Presión máxima | 250 psig alimentación de aire |

| | |
|-------------------|-------------------------------|
| Precisión | +/- 0.25 del span |
| Conexión | aire ¼ “NPT eléctrica ½ NP |
| PRECIO EX-FABRICA | \$ 365 |
| PLAZO DE ENTREGA | 5 a 6 semanas |

Item 7 Rotámetros

Medidor de flujo tipo rotámetro (área variable) con salida de alarma.

| | |
|--------------|--|
| Marca | Fischer & Porter |
| Modelo | 10A1197 |
| Conexiones | 1” roscadas |
| Largo escala | 250 mm |
| Precisión | clase 1.6 |
| Materiales | extremos de bronce, cuerpo de acero |
| Flotador | acero inoxidable 1.43201 |
| Caudal | máximo 2497 l/h hasta 3900 l/h con cambio de flotador |
| Alarmas | máximo caudal. ajustable, contacto 10VA,48V, |
| Protección | IP65 |
| Escala | 0- 100% |

| | |
|-------------------|----------------|
| PRECIO EX-FABRICA | DM 500.00 |
| PLAZO DE EMBARQUE | 8 - 10 semanas |

Item 8. Interruptores de nivel

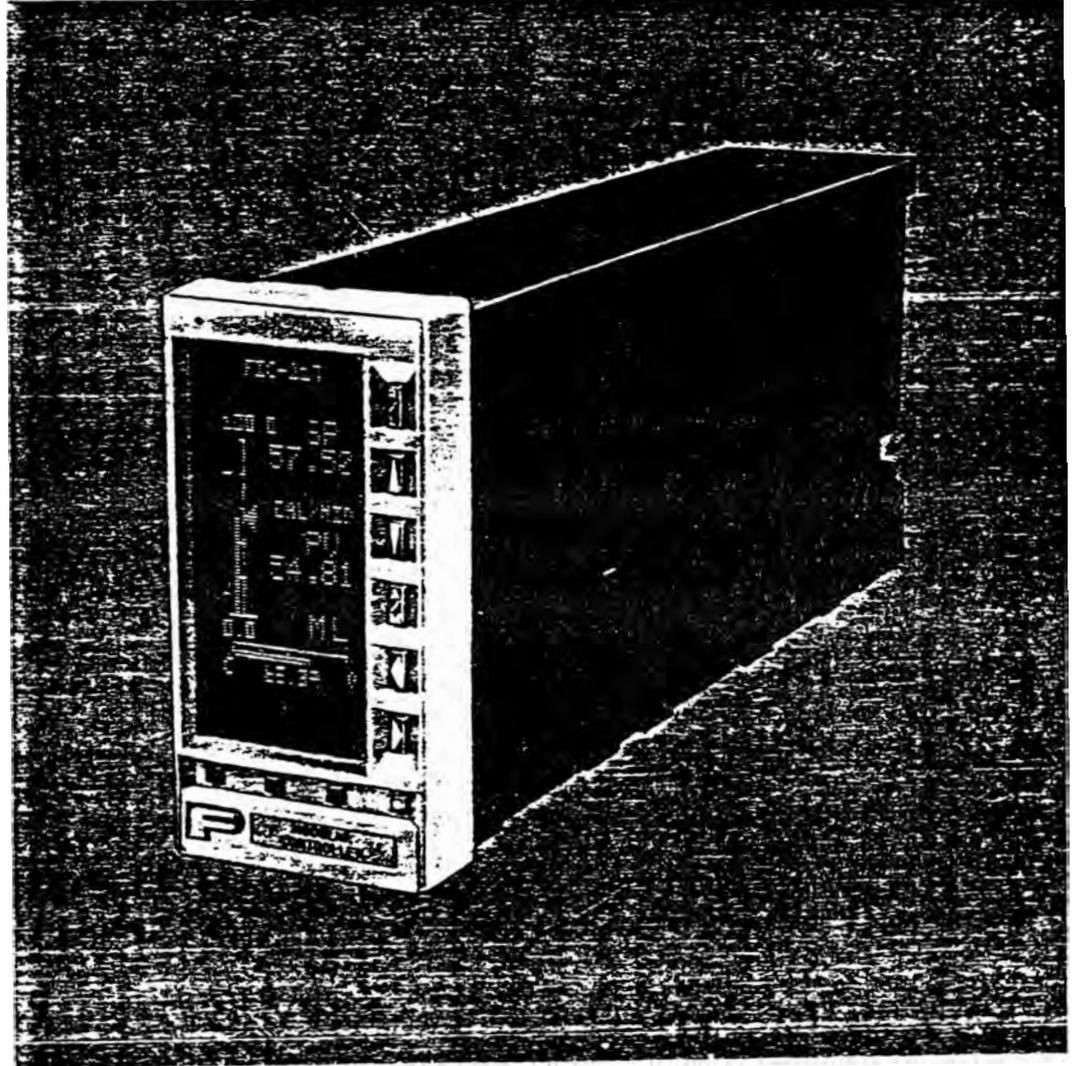
Interruptores de nivel alto para tanques(cantidad 2)

| | |
|--------------|---|
| Marca | Mobrey |
| Modelo | SO1D/F83 |
| | temperatura |
| | bronce aluminio |
| Contacto | normalmente abierto o normalmente cerrado |
| PRECIO LOCAL | \$ 550 |

PRECIOS : Los precios consignados son válidos al momento de hacer las cotizaciones y se muestra los precios ex-fabrica en país de origen, gastos hasta FOB, fletes internos si los hubiera y los fletes necesarios para que lleguen al Perú además los respectivos gastos de aduana.



MICRO-DCI™ MODULAR CONTROLLER



Thermocouples with Protecting Tubes

Specification

Description

These thermocouple assemblies include an element which consists of thermocouple wires, double bore ceramic insulators, terminal block, protecting tube and terminal head. Constructed of high quality materials to meet the high Honeywell standards, these thermocouples provide the solution to temperature sensing problems in applications worldwide.

Mounting Attachments

Terminal heads are available in two types: screw cover (weatherproof) shown in Figure 1 and general purpose. Both types have 1/2-inch conduit connection and the screw cover head is also available with 3/4-inch connection. Mounting bushings and adjustable flanges are also available.

Reference

For complete data on the Honeywell thermocouple line including ordering information, see Catalog 21-75-30-01

Straight Assemblies

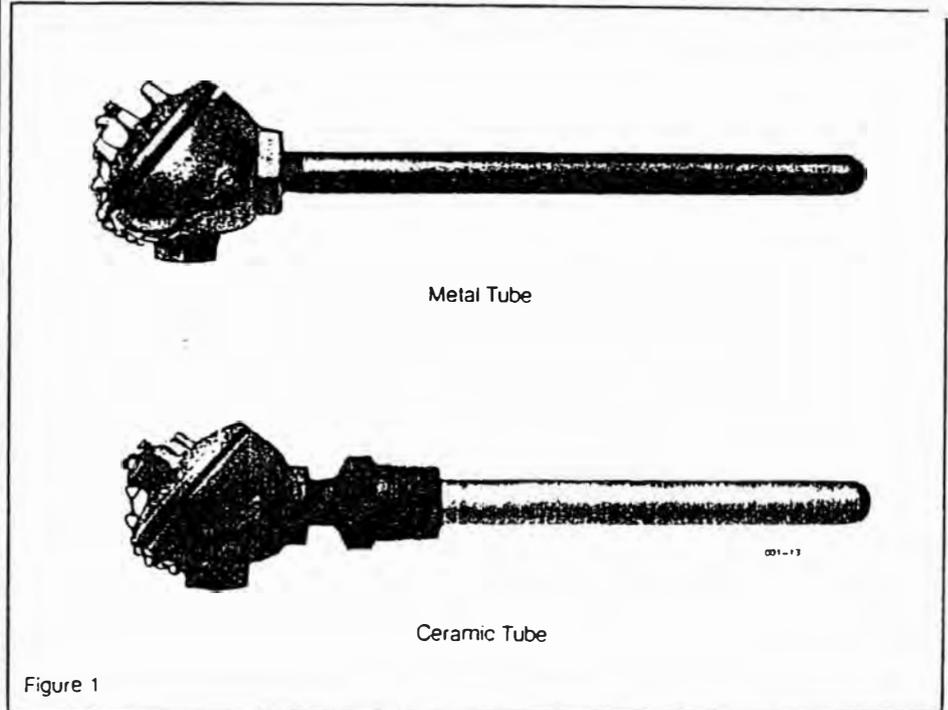


Figure 1

TABLE 1 - Thermocouple Accuracies

| Type of Wire | Temperature Range | Limits of Error (Select whichever is greater) | |
|---------------------|------------------------------|---|---|
| | | Standard Grade | Premium Grade* |
| Type T | - 200 to 0°C 0 to 350°C | ± 1°C or ± 1.5% ± 1°C or ± 0.75% | — ± 0.5°C or ± 0.4% |
| | - 300 to 32°F 32 to 700°F | ± 1.5°F or ± 2% ± 1.5°F or ± 0.75% | ± 0.75°F or ± 1% ± 0.75°F or ± 0.38% |
| Type J | 0 to 750°C 32 to 1400°F | ± 2.2°C or ± 0.5% ± 4°F or ± 0.5% | ± 1.1°C or ± 0.4% ± 2°F or ± 0.38% |
| Type E | 0 to 900°C 32 to 1600°F | ± 1.7°C or ± 0.5% ± 3°F or ± 0.5% | ± 1°C or ± 0.4% ± 2°F or ± 0.38% |
| Type K | 0 to 1250°C 32 to 2300°F | ± 2.2°C or ± 0.75% ± 4°F or ± 0.75% | ± 1.1°C or ± 0.4% ± 2°F or ± 0.38% |
| Type R or Type S | 0 to 1450°C 32 to 2700°F | ± 1.5°C or ± 0.25% ± 3°C or ± 0.25% | — — |

NOTE: When the limit of error is given in %, the percentage applies to the temperature being measured, not the range.

*Available at additional cost.

Angle Assemblies

These assemblies have a protecting tube of selected material, cast iron angle elbow and carbon steel extension tube connecting the angle fitting to the terminal head or with a full length protecting tube with a 90° bend.

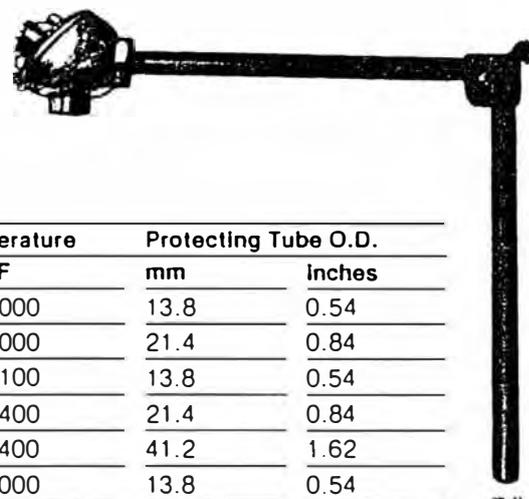
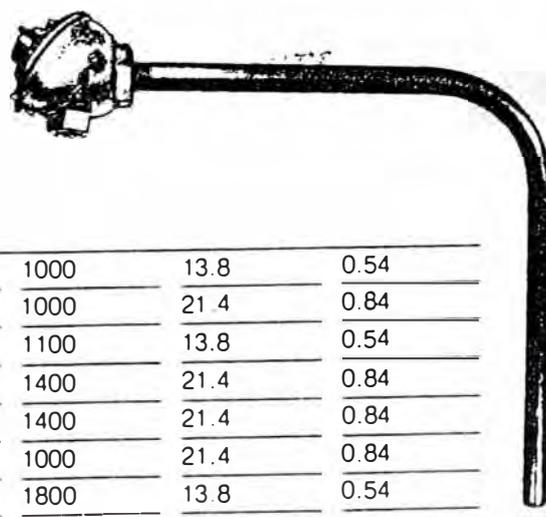


TABLE 3 — Assemblies with Angle Elbow

| Callbration | Model No.* | Protecting Tube Material | Maximum Temperature | | Protecting Tube O.D. | |
|-------------|------------|--------------------------|---------------------|------|----------------------|--------|
| | | | °C | °F | mm | Inches |
| Type J | 3B50B | Carbon Steel | 538 | 1000 | 13.8 | 0.54 |
| | 3A50W | Carbon Steel | 538 | 1000 | 21.4 | 0.84 |
| | 3B50S | 304 S.S. | 593 | 1100 | 13.8 | 0.54 |
| | 3A50M | Inconel | 760 | 1400 | 21.4 | 0.84 |
| | 3A50D | Cast Iron | 760 | 1400 | 41.2 | 1.62 |
| Type K | 5B50B | Carbon Steel | 538 | 1000 | 13.8 | 0.54 |
| | 5A50PA | Resistat (446 S.S.) | 982 | 1800 | 21.4 | 0.84 |
| | 5A50P | Resistat (446 S.S.) | 982 | 1800 | 25.4 | 1.00 |
| | 5B50P | Resistat (446 S.S.) | 982 | 1800 | 19.0 | 0.75 |
| | 5B50S | 304 S.S. | 982 | 1800 | 13.8 | 0.54 |
| | 5A50M | Inconel | 1204 | 2200 | 21.4 | 0.84 |
| | 5A50D | Cast Iron | 871 | 1600 | 41.2 | 1.62 |
| | 5A50LA | Nickel | 982 | 1800 | 32.0 | 1.25 |
| | 5A50L | Nickel | 982 | 1800 | 22.2 | 0.84 |
| | 5B50LA | Nickel | 982 | 1800 | 19.0 | 0.75 |
| | 5A50R | Sillramic | 1260 | 2300 | 23.8 | 0.94 |
| | 5B50R | Sillramic | 1093 | 2000 | 17.5 | 0.69 |
| | Type R | 6G50R | Sillramic | 1482 | 2700 | 17.5 |
| Type S | 7G50R | Sillramic | 1482 | 2700 | 17.5 | 0.69 |



Assemblies with 90° Bend

| | | | | | | |
|--------|--------|---------------------|------|------|------|------|
| Type J | 3B56B | Carbon Steel | 538 | 1000 | 13.8 | 0.54 |
| | 3A56W | Carbon Steel | 538 | 1000 | 21.4 | 0.84 |
| | 3B56S | 304 S.S. | 593 | 1100 | 13.8 | 0.54 |
| | 3A56PA | Resistat (446 S.S.) | 760 | 1400 | 21.4 | 0.84 |
| | 3A56M | Inconel | 760 | 1400 | 21.4 | 0.84 |
| Type K | 5A56W | Carbon Steel | 538 | 1000 | 21.4 | 0.84 |
| | 5B56S | 304 S.S. | 982 | 1800 | 13.8 | 0.54 |
| | 5A56PA | Resistat (446 S.S.) | 982 | 1800 | 21.4 | 0.84 |
| | 5A56M | Inconel | 1204 | 2200 | 21.4 | 0.84 |

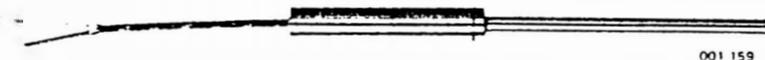
*Follow with tube length, terminal head type and cold leg length.

Megopak Thermocouples

Specification



Assembly with screw cover head



Assembly with insulated wire extension



Assembly with miniature aluminum head



Assembly with armor cable extension

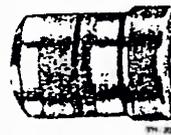
Figure 1 — Megopak Assemblies



Screw cover head



Miniature terminal block



Miniature aluminum head



QuiK-Konnect plug and jack



General purpose head

Figure 2 — Terminations

Function

Megopak Thermocouples are used for sensing temperatures from -200° to 1093°C (-300° to 2000°F)

Description

Megopak is a combination of thermocouple wires, mineral insulation, and a protecting sheath pressed into a solid mass of small diameter.

These thermocouples are supplied in three forms:

- A. Bulk Material — the basic combination of wires, insulation, and protecting sheath.
- B. Elements — consisting of the basic combination with the wires welded to form a measuring junction (three types of junctions are available).
- C. Assemblies — complete thermocouples consisting of elements plus terminations (heads, plugs, jacks) and mounting attachments (Figures 1 and 2).

Accessories

Mounting attachments (compression fittings in 1/8, 1/4 or 1/2 inch NPT).

Brass or 316 stainless steel (not readjustable).

303 stainless steel (readjustable)

Ordering Information

1. For Bulk Megopak Material, select model number from Table I, and specify length in inches. Longest length available depends on sheath diameter. Example: 2T1M15-60 = Type T with 316 SS sheath 1.6 mm (0.063") diameter and 60 inches long.

2. For Thermocouple Elements, select model number from Table I followed by a letter selection from Table II plus desired length equal to the specified length plus 2 inches (51 mm) of exposed bare thermocouple wire.

Example: 2K3M22-R48 = Type K with Inconel sheath 4.8 mm (0.188") diameter, remote junction and 48 inches long.

3. For Assemblies, select model number from Table I followed by a letter selection from Table II plus desired length of element in inches and the cold end termination designation from Table III. If mounting attachments and wire extension terminations are needed, make selections from Tables IV and V. Select the required length of insulated extension wire in inches from Table VI.

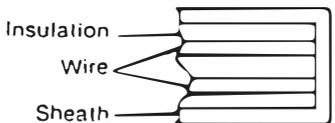
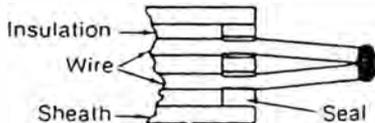
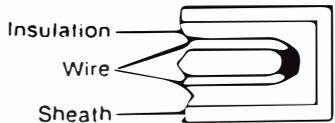
Example: 2J1M15-G24-9S-D12-3W2J36 = Type J with 316 SS sheath 1.6 mm (0.063") diameter integral junction, 24 inch sheath length, 12-inch wire extension length, 316 SS compression fitting, 20 gauge insulated extension wire with fibre-glass insulation, QuiK-Konnect jack termination on extension wire.

TABLE I - MEGOPAK BULK MATERIAL

| Element | Sheath Diameter | | | | | |
|---------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Sheath Material | 1.6 mm (0.063") | 3.2 mm (0.125") | 4.8 mm (0.188") | 6.4 mm (0.250") | 9.5 mm (0.375") |
| Type T | 316 Stainless Steel | 2T1M15 | 2T2M15 | — | — | — |
| Type J | Inconel | 2J1M22 | 2J2M22 | 2J3M22 | 2J4M22 | 2J6M22 |
| Type J | 310 Stainless Steel | 2J1M14 | 2J2M14 | 2J3M14 | 2J4M14 | 2J6M14 |
| Type J | 316 Stainless Steel | 2J1M15 | 2J2M15 | 2J3M15 | 2J4M15 | 2J6M15 |
| Type J | 446 Stainless Steel | — | — | — | 2J4M20 | 2J6M20 |
| Type K | Inconel | 2K1M22 | 2K2M22 | 2K3M22 | 2K4M22 | 2K6M22 |
| Type K | 310 Stainless Steel | 2K1M14 | 2K2M14 | 2K3M14 | 2K4M14 | 2K6M14 |
| Type K | 316 Stainless Steel | 2K1M15 | 2K2M15 | 2K3M15 | 2K4M15 | 2K6M15 |
| Type K | 446 Stainless Steel | — | — | — | 2K4M20 | 2K6M20 |
| Type E | 316 Stainless Steel | — | — | 2E3M15 | 2E4M15 | — |

Other types including special sheathing, 4 wire (duplex) type, and special calibrations are available on a special product basis. Consult Customer Service Department, Honeywell, Fort Washington, PA for complete information.

TABLE II - TYPES OF MEASURING JUNCTIONS

| Specify Junction Symbol | | Description |
|-------------------------|---|--|
| G* |  | Junction welded to tip of sheath provides faster response time than Type R junction. |
| E* |  | Sheath end is left open. Wires are welded and exposed for a length of one sheath diameter. Sheath end is sealed with cement. Seal is effective up to 538°C (1000°F). |
| R* |  | Junction is insulated from sheath. |

* Add length in inches.

High-Speed Nickel A Resistance Thermometer Bulbs

Specification

Function

Honeywell high-speed resistance thermometer bulbs accurately measure temperature between -79°C and 149°C (-110°F and $+300^{\circ}\text{F}$), with spans as narrow as 11°C (20°F). High response speed makes these bulbs ideal for the measurement and control of rapidly changing temperatures.

Description

These bulbs are three-wire type, and system sensitivity and accuracy are not noticeably affected by external resistance changes of five ohms or less. Leads of up to 458 metres (1500 feet) will introduce no noticeable error. They resist mechanical shock and effects of corrosive fluids, and they withstand temperatures as high as 149°C (300°F) continuously without mechanical failure or calibration change. All Honeywell nickel resistance thermometer bulbs are interchangeable since they have the same temperature-resistance characteristics.

The following assembly types are available:

- bulbs with flexible cable construction,
- bulbs with heads (Figure 1),
- marine type, spray-proof bulbs,
- assemblies with separable wells.

Bulb Assembly in Pipe Extended Well

Assemblies with separable wells are used for measuring temperatures in pipes or pressure vessels. Wells are of drilled construction. A union connection permits the removal of a bulb, while leaving the well in position. The well protects the bulb against corrosion and mechanical injury.

Marine Type Spray-Proof Bulbs

These are suitable for any installation where protection from moisture, frost, or water spray is needed. They are useful for measuring temperatures in refrigerated cargo spaces in ships, cold storage plants, spray chambers, ice cream plants, air conditioning, and outdoor temperature installations.

A cadmium-plated steel guard protects the bulb from mechanical injury.

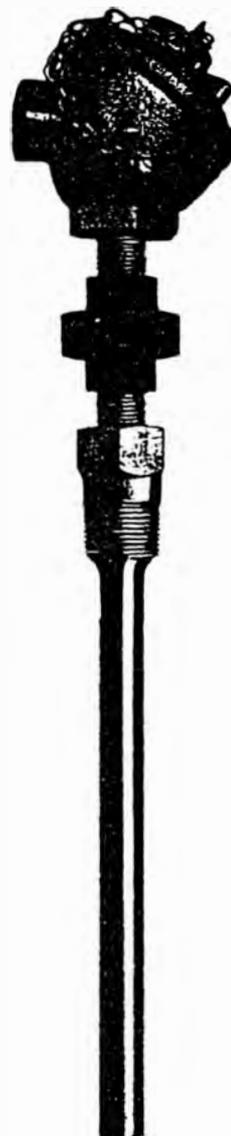


Figure 1—Bulb assembly with screw cover head in pressure type well assembly

Ordering Information

Please specify

Part number from Tables 2, 3, 4, 5, 6, and 7.

Dimensions: $\frac{\text{millimetres}}{\text{inches}}$

Bulbs With Flexible Cable Connection

TABLE 2 - Bulb with Plain Tube

| Part Number | Length (L) | | Material |
|-------------|------------|--------|-----------------|
| | mm | Inches | |
| 30355835-2 | 152 | 6 | stainless steel |
| 30355835-3 | 152 | 6 | brass |
| 30355835-5 | 203 | 8 | stainless steel |
| 30355835-10 | 254 | 10 | stainless steel |
| 30355835-8 | 305 | 12 | stainless steel |
| 30355835-9 | 305 | 12 | brass |

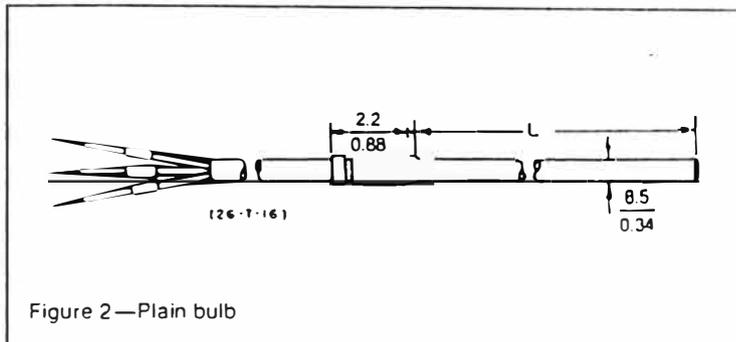


TABLE 3 - Bulb with Extension Tube

| | | | |
|------------|-----|----|-----------------|
| 30355820-4 | 229 | 9 | stainless steel |
| 30355820-6 | 533 | 21 | stainless steel |

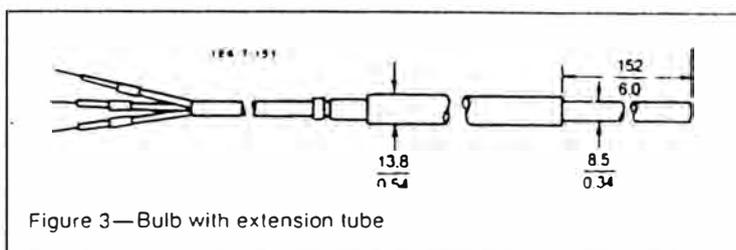
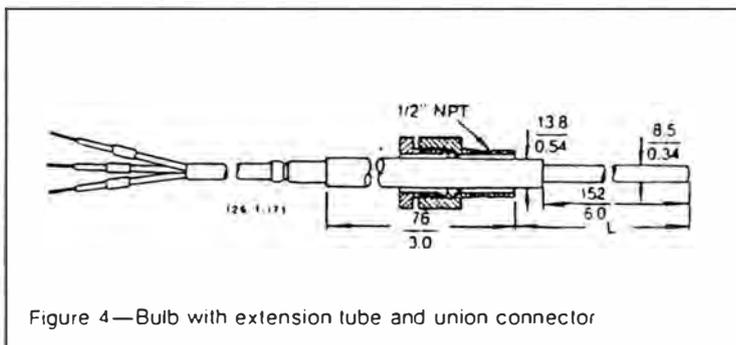


TABLE 4 - Bulb with Extension Tube and Union Connector

| | | | |
|------------|-----|----|-----------------|
| 30355824-4 | 152 | 6 | stainless steel |
| 30355824-5 | 305 | 12 | stainless steel |



Bulbs With Heads

TABLE 5 - Bulb with Plain Tube and Head

| Part Number | Length (L) | | Material |
|-------------|------------|--------|-----------------|
| | mm | Inches | |
| 30356314-2 | 152 | 6 | stainless steel |
| 30356314-4 | 305 | 12 | steel |
| 30356314-5 | 305 | 12 | stainless steel |

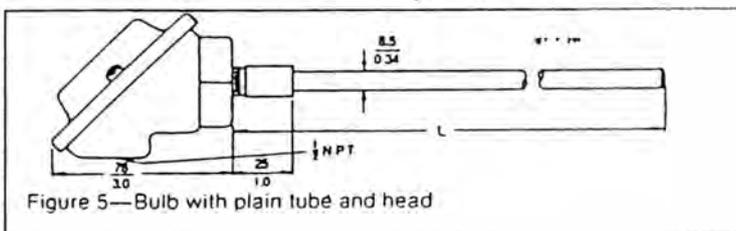
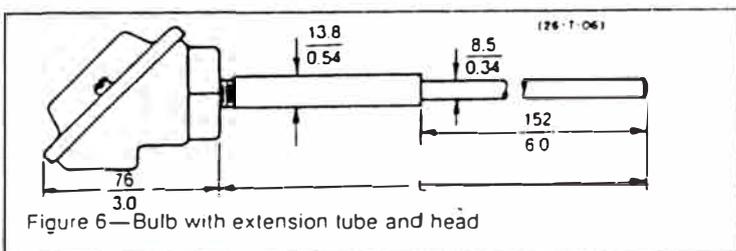


TABLE 6 - Bulb with Extension Tube and Head

| | | | |
|-------------|-----|----|-----------------|
| 30355817-8 | 229 | 9 | stainless steel |
| 30355817-10 | 381 | 15 | stainless steel |
| 30355817-12 | 533 | 21 | stainless steel |



Platinum Resistance Thermometer Detector

Specification

Function

Platinum Resistance Detectors (RTD's) (Figure 1) accurately measure temperature variations over a range from -185 to 650°C (-300 to 1200°F). As the temperature changes, resistance of the platinum wire changes linearly, and this relationship remains very stable over time. RTD sensors can be used with any measuring or controlling instrument having a Wheatstone bridge type measuring circuit.

Description

Detector Assemblies

A variety of detector assemblies (Figure 1), including plain, general purpose and spring loaded types are available to meet different mounting requirements.

Spring loaded assembly ensures positive metal to metal contact between bulbs and well, providing improved heat transfer and vibration endurance. The bulb is easily installed or moved through the head without disconnecting head or well.

To reduce the effect of leadwire resistance between the RTD and instrument, platinum RTD assemblies are always supplied for use in 3-wire (copper) systems but can be used in a 2-wire manner if the application permits.

Detector Elements

The sensitive portion of a 100 ohm element is a spool of platinum wire approximately 3 mm (0.1 inch) in diameter and 13 mm (0.5 inch) in length located at the tip of the RTD assembly.

200 and 500 ohm elements are also available. They have larger spools to handle the added wire since the resistance change per degree of temperature change is increased two or five times respectively.

Narrow Temperature Span

100 ohm bulbs are suitable for spans as low as 67°C (120°F); 200 ohm bulbs are suitable for spans as low as 33°C (60°F).

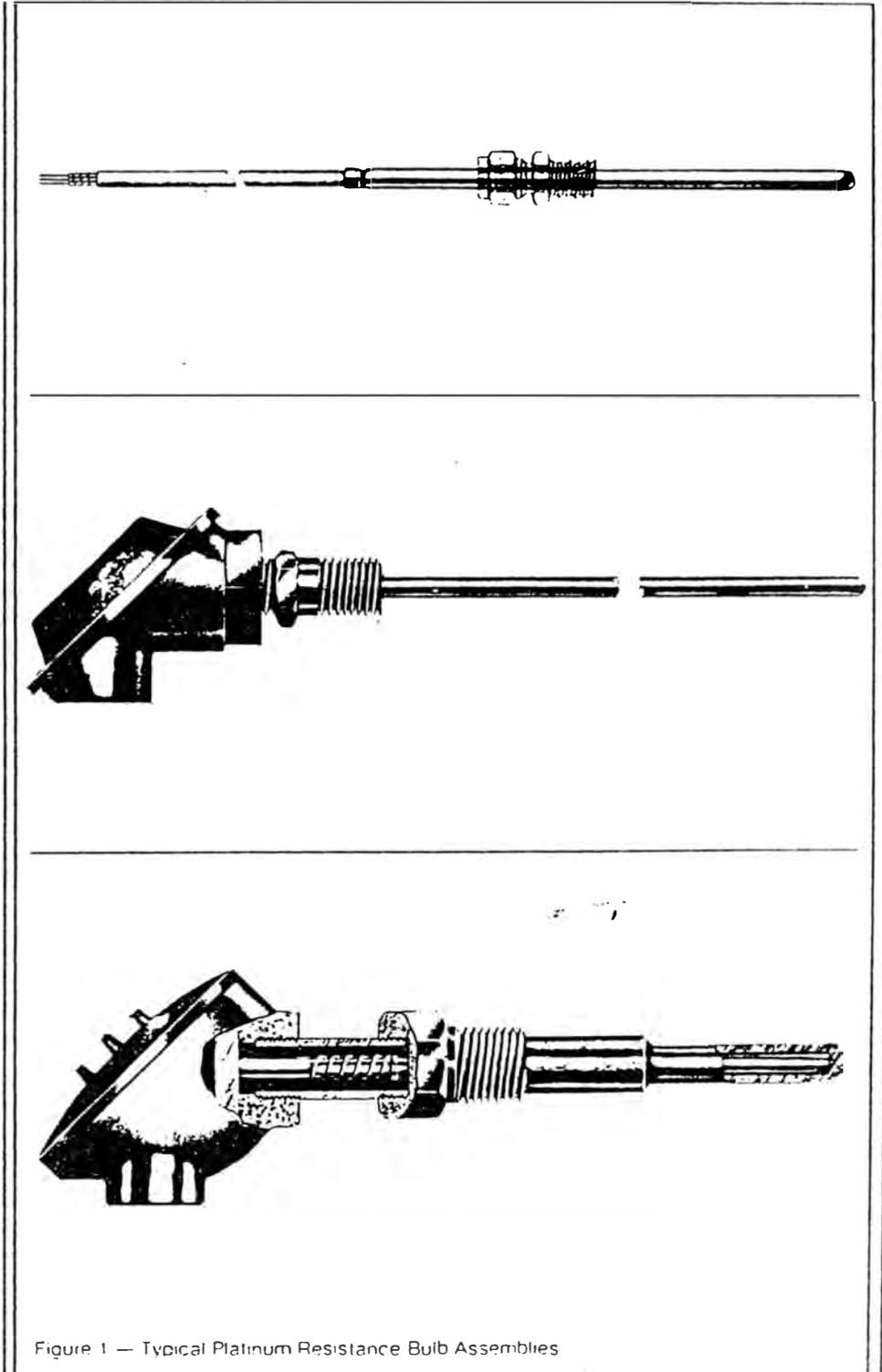
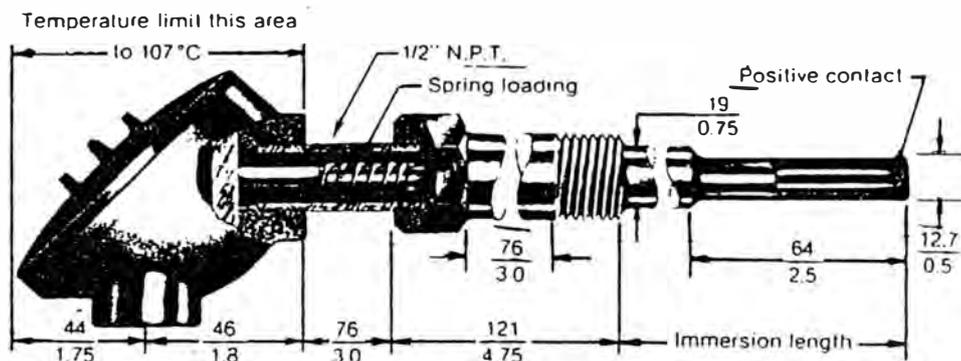


Figure 1 — Typical Platinum Resistance Bulb Assemblies

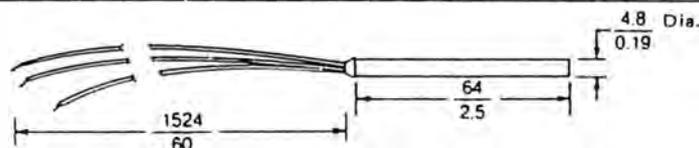
Type "F"

Spring loaded detector and well which is the same as Type "E" except well has lag of 76 mm (3.0 inches).



Type "G"

Plain detector with 64 mm (2.5") sensitive tip and 153 cm (60") Teflon leads.



Ordering Information

Please specify

1. Model number from Table below
2. Options, as required.

| Type | Model Number | Insertion Length | | Resistance Element ohms (0°C) | Optional Selections |
|------|---------------------|------------------|--------|----------------------------------|--|
| | | mm | inches | | |
| A | HP6A1-5-1/2-3A | 140 | 5.5 | 100 | Add prefix "E" to model number to extend range from 480°C to 650°C (900°F to 1200°F). For 200 ohm element, change "1" in model number to "2". For screw cover head, change "6" in model number to "7". Add suffix "D" if dual element bulb is required. |
| | HP6A1-8-1/2-3A | 216 | 8.5 | 100 | |
| | HP6A1-11-1/2-3A | 292 | 11.5 | 100 | |
| | HP6A1-17-1/2-3A | 445 | 17.5 | 100 | |
| | HP6A1-23-1/2-3A | 597 | 23.5 | 100 | |
| D | HP0D1-5-1/2-3A | 140 | 5.5 | 100 | Add prefix "E" to model number to extend range from 480°C to 650°C (900°F to 1200°F). For 200 ohm element, change "1" in model number to "2". Add suffix "L" and specify desired lead length for lengths over 457 mm (18 inches). Compression fitting add suffix "C" to model number. |
| | HP0D1-8-1/2-3A | 216 | 8.5 | 100 | |
| | HP0D1-11-1/2-3A | 292 | 11.5 | 100 | |
| | HP0D1-17-1/2-3A | 445 | 17.5 | 100 | |
| | HP0D1-23-1/2-3A | 597 | 23.5 | 100 | |
| E | HP7E1-10-1/2-3A* | 114 | 4.5 | 100 | Add prefix "E" to model number to extend range from 480°C to 650°C (900°F to 1200°F). For 200 ohm element, change "1" in model number to "2". |
| | HP7E1-13-1/2-3A* | 191 | 7.5 | 100 | |
| | HP7E1-16-1/2-3A* | 267 | 10.5 | 100 | |
| | HP7E1-22-1/2-3A* | 419 | 16.5 | 100 | |
| F | HP7F1-13-1/2-3A* | 114 | 4.5 | 100 | Add prefix "E" to model number to extend range from 480°C to 650°C (900°F to 1200°F). For 200 ohm element, change "1" in model number to "2". |
| | HP7F1-16-1/2-3A* | 191 | 7.5 | 100 | |
| | HP7F1-19-1/2-3A* | 267 | 10.5 | 100 | |
| | HP7F1-22-1/2-3A* | 343 | 13.5 | 100 | |
| G | HP0G1-2-1/2-3B | 64 | 2.5 | 100 | Add suffix L2 to model number for Teflon† lead length of 3.05 m (10 feet); longer lengths are available on special order. |
| | HP0G2-2-1/2-3B | 64 | 2.5 | 200 | |
| | HP0G22-2-1/2-4A-D** | 64 | 2.5 | 200 | |

*Well material must be selected, specify 1 for carbon steel, 2 for 304 SS, and 3 for 316 SS

Add the selected digit after A in the model number

** This model has 2 elements and 6.35 mm (0.25 inch) sheath diameter

†Trademark

NOTE:

Add suffix "T" to model number if SS equipment ID Tag is required (all models)

Add suffix "D" to model number for dual element (2 wire/element connections).

Add suffix "C" to model number compression fitting (Type D assemblies only).

For more information contact the nearest Honeywell sales office or
Honeywell, Process Control Division
1100 Virginia Drive
Fort Washington, PA 19034.

In Canada,
Honeywell Limited
155 Gordon Baker Road
Willowdale, Ontario M2H 3N7

Specifications are subject to change without notice.

DGR100/150

Digital Graphic Recorder

Specification

Function

Honeywell's DGR100/150 Digital Graphic recorder is the latest alternative to traditional paper chart recorders.

Two models are available to meet a wide range of requirements within the water, process, gas, cement and concrete, chemical and petrochemical industries, as well as power and environmental monitoring.

The DGR100 and DGR150 each incorporate a thin-film transistor (TFT) LCD technology, data storage on a 3.5" floppy disk, and universal power capability.

Depending on the model, a range of 5 to 9 traces can be presented, with real time bargraph and digital displays.

The DGR100 is a 4 input channel recorder with a 4 inch LCD.

The DGR150 recorder has a 6 inch LCD display with either 6 or 8 input channels.

Each input channel may be setup for two alarms.

Features

User Interface - An 8-way tactile keypad mounted on the front panel allows access to simple pull down menus which are displayed on the recorder.

Interactive Process Window - Your data can be displayed in several modes such as tiled, all trends, all bargraphs, all digital values, or any combination of items with zoom, rewind, and search capabilities.

Flexible Data Storage - Process signals can be stored in various display formats on a standard PC compatible 3.5", 1.44 mb floppy disk. You can record information to suit your requirements and replay the recorded chart data without affecting the on-going real time recording.

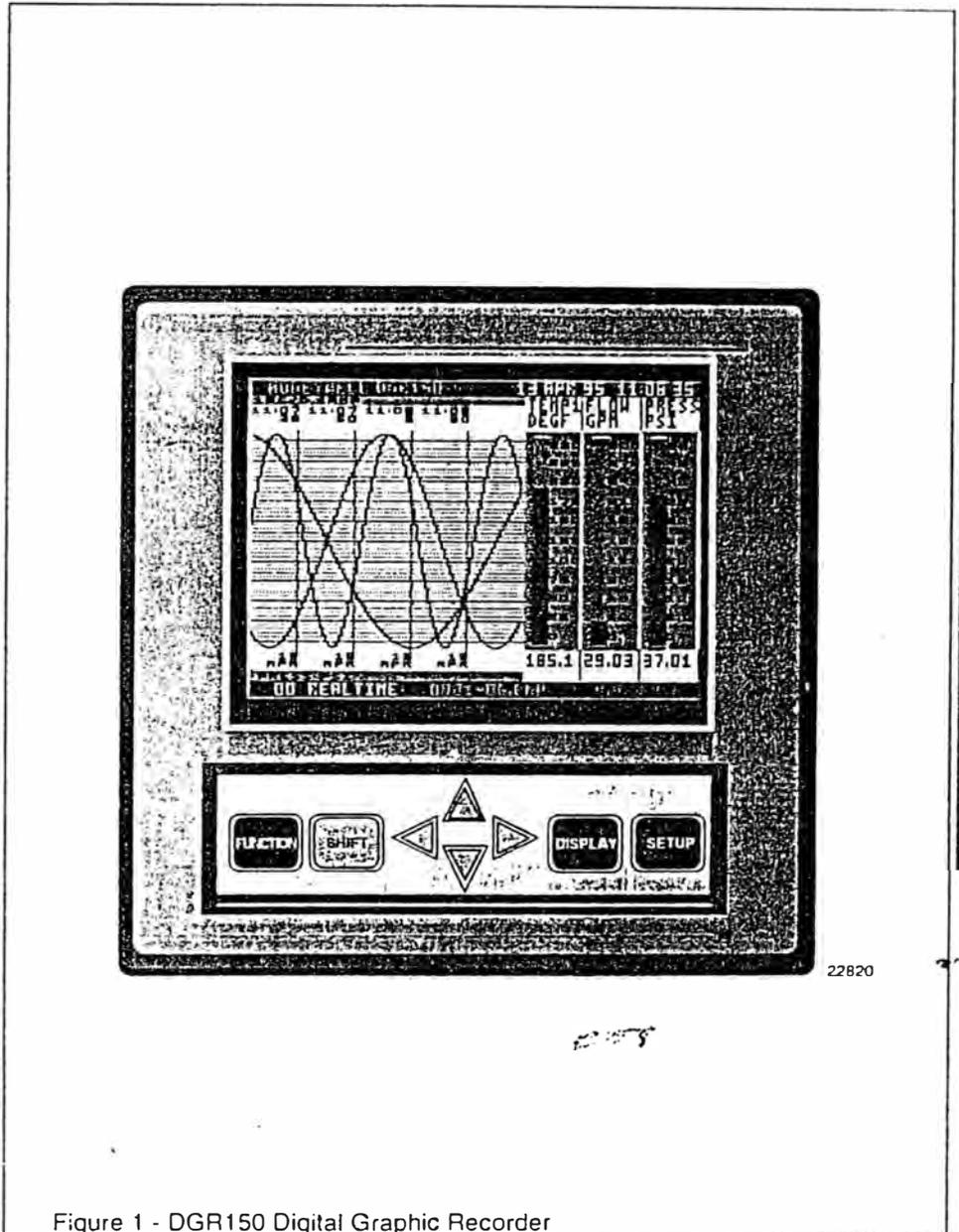


Figure 1 - DGR150 Digital Graphic Recorder

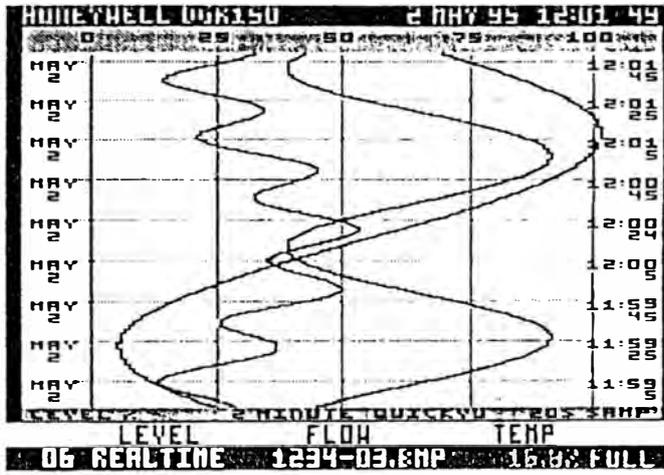
Flow Totalization - A 7-digit display is available to show integrated units of flow which are selected in the setup menu.

Math Expressions - Analog signals can have any one of 18 mathematical functions performed on them before they are represented as a pen.

Configuration - Easy to use and intuitive pull down menus at the recorder using eight simple keys mounted on the front panel, or a remote configuration set up using the DGR 100/150 Application PC software.

Interactive Process Window

VERTICAL MODE

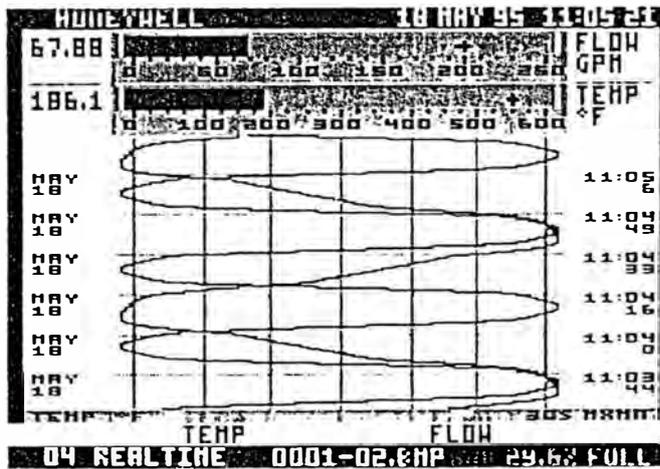


22823

All Trends

- Individual Pen Colors
- Quickview
- Individual Pen Tags

OR



22824

Trends and Bargraphs

- Individual Pen Colors
- Individual Bargraphs
- Digital Values

User Configurable Trends and Bargraphs

45-Strip Chart Recorders (Digital)

Flexible Data Storage

Process signals can be stored in many different formats so you can record information to suit your requirements.

Flexible Data Storage offers:

Pen Specific Logging Rates - By allowing individual pen logging rates, disk storage space may be maximized for all applications.

Alarm Specific Logging Rates - Each pen may be configured to use a second, usually faster, logging rate under alarm conditions, giving better resolution of data during the alarm period.

Single Point Recording - Each recorder point consists of a single value, representing the input at that particular sample time. This maximizes data density.

Maximum/minimum Recording - Each recorded point consists of two values. A maximum corresponding to the highest sampled reading since the last log, and a minimum corresponding to the lowest sampled reading since the last log. Maximum/minimum enables you to capture high speed glitches.

Event Logging - Enables the operator to tag pre-defined or real time labels to conditions on the chart.

Cumulative Totalizing - Totalized values are stored at programmable intervals, to give a build profile of that total.

Storage - Recorded data is buffered in 128k of battery backed RAM before being stored on standard 3.5 inch, 1.44M byte floppy disk along with:

- All recorder configuration files
- All snapshot screen dump files.

Replay - Replay of recorded chart data is achieved by scrolling to the left (back in time) or right (forward in time) arrow keys on the integral recorder keypad or searching by time or event. The use of this facility in no way affects the on-going real-time recording.

The Quickview facility allows swift review of the chart on alternate chart speed.

Recorder Configuration

Setting up the comprehensive configuration of a recorder can be achieved in three separate ways.

The quickest method is to use the recorder configuration and simulation features from the DGR Application PC Software package.

All variables can be set up on the PC including labels, scales, alarms, trends, math expressions and many more. In addition, the software will give real time simulation and calculate disk storage capacity based on the defined set up.

Build your own library of recorder configurations for all your applications.

All setups can also be carried out at the recorder using the password protected, easy to use and intuitive pull down menu system with just eight simple keys on the integral pad.

For remote configuration, the recorder can be set up and simulated using the Application PC Software package, then transferred using an RS422/485 serial communication link.

Maths Expressions

Both recorders are capable of real time maths calculations.

All inputs pass through the Maths Expression Block before being displayed as pens on charts. Simply enter the calculation you require. The recorder does the rest. Choose from functions such as: multiply, divide, add, subtract, square root, square, modulus, and average. Calculate differences between channels, ratios, sums and so on. Data sent over the communication link is also displayed on a pen selected with the Maths Expression Block.

DGR Application PC Software

DGR Application PC Software is a Windows™ -based PC package that is used with the DGR100 or DGR150 recorder as a data acquisition and configuration tool.

This software package offers:

Configuration- Use application software to configure your recorder with the intuitive software and help facilities, ensuring quick and easy setup of all the recorder parameters including: scales, logging, multi-mode data storage, rates, chart speeds, display configuration, multi-function display technology, alarms and many more.

Simulation Window - Use the on-line recorder simulation window, to mirror on the PC, what your setup will look like on the recorder.

Disk Life Calculator- Use the disk life calculator to optimize logging rates, by showing how quickly the disk will fill up with your current design configuration. Then simply transfer the configuration file from PC to recorder using a 3.5 inch disk.

Archiving - This feature will take recorded data from disk and store it on the comprehensive PC database. Data and configuration can be stored, and once on the database, analyzed.

Graphing up to 32 traces at once, the DGR Application PC Software allows quick and easy analysis of all trend, event and alarm information. Each graph is totally independent allowing archived data to be compared across recorders, channels and time. Data can be compressed or expanded in the horizontal or vertical axis.

Printing - Any printer supported by Windows™ may be used to obtain hard copies of archived data, either in graphical or tabular form.

Data Export - Data can be exported to other Windows™ applications in a .csv file format.

Display Features

The main features of the display are shown below:

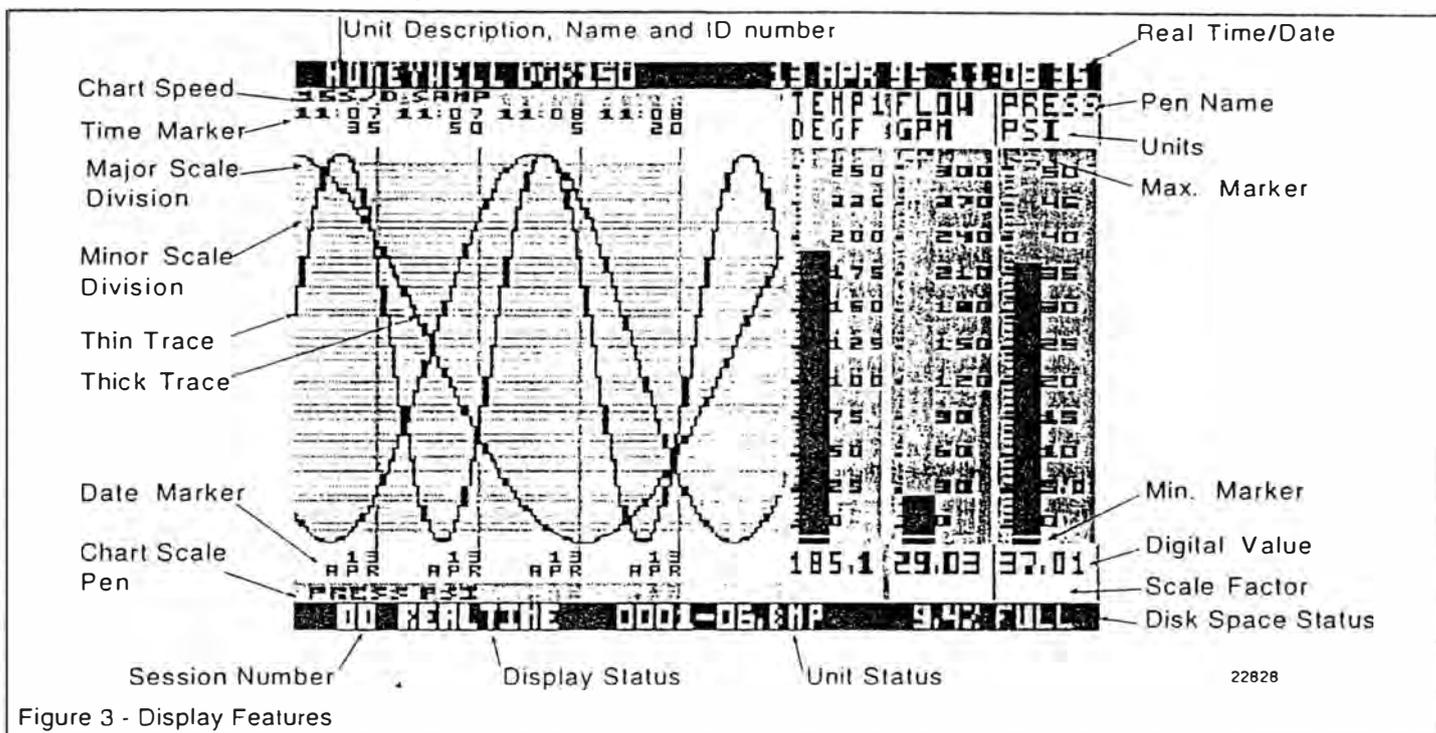


Figure 3 - Display Features

| Feature | Description |
|---------------------------------------|---|
| Unit Description, Name, and ID Number | These items scroll across the top line of the display in normal operation. |
| Trend Name Bar | Pen names of each visible trace |
| Chart Speed | Time between each division |
| Time Marker | Real Time |
| Major/Minor Scale Divisions | Divisions defining how the display is partitioned |
| Thick/Thin Trace | Width of trace (user selectable for each pen) |
| Date Marker | Displays date |
| Chart Scale Pen | Pen used to govern chart scale and speed in conventional mode |
| Session Number | Number of recording sessions, the starting and stopping time period for recording data |
| Display Status | Indicates whether the data on the screen is real-time information or a replay of recorded information. |
| Unit status | Various message are displayed here: WRITING, READ ONLY, CAN'T LOG, PROTECTED, RECYCLING |
| Disk Space Status | Indicates either the amount of disk space used, whether disk is full or whether the disk is out of drive. |
| Max/MIn Markers | Two white lines on bargraph display indicating minimum and maximum value of the input signal over the total period recorded |
| Scale Factor | A factor by which the values on the scale can be multiplied to give the actual value being represented on the bargraph. |
| Digital Value | Digital value of trend |
| Pen Name | User defined name for pen |
| Units | Engineering units of the input scale |
| Real Time/Date | User adjustable current time and date |

Specifications (continued)

| Design (continued) | |
|---|---|
| Data Replay | Data recorded on disk may be replayed on the recorder. Available data replay modes are: <i>Scroll</i> - Chart is moved by the user left or right across the screen using the  and  on the keyboard. <i>Search</i> - In this mode, the user may enter a time and date which the recorder will automatically find, and display the required data. |
| Chart Scrolling Mode | Vertical or Horizontal |
| Construction | <i>Front Bezel:</i> Flame retardant ABS, black with gray front <i>Case:</i> Aluminum |
| Bezel Size | <i>Model DGR100:</i> 144 x 144mm (5.7 x 5.7 inches) See Figure 5. <i>Model DGR150:</i> 192 x 192mm (7.6 x 7.6 inches) See Figure 5. |
| Panel Cutout | 138 x 138mm ±1mm (5.43 x 5.43 inches ±.04 inches) See Figure 5. |
| Panel Depth | 300mm +40mm for cable and connectors (11.8 inches +1.6 inches) |
| Weight | <i>Model DGR100:</i> 2.9kg (6.4 Lbs.) <i>Model DGR150:</i> 3.5kg (7.7 Lbs.) |
| Transmitter Power Supply | 18 – 24Vdc (isolated) for each input channel, 300 ohm loop resistance per input maximum. Included with standard input card. |
| Power Supply | <i>Voltage:</i> 90 to 250Vac <i>Frequency:</i> 50/60 Hz |
| Power Consumption | <i>Model DGR100:</i> Less than 30VA <i>Model DGR150:</i> Less than 40VA |
| Alarm Card (Optional) | 4 relay contact output option, or 8 relay contact output option |
| Universal Input Card | High accuracy Volts, mA, mV, Thermocouple, and RTD-PT100 |
| Communications Card (Optional) <i>(Future)</i> | Isolated RS232 RS485 Modbus RTU protocol |
| Approvals | Product designed to meet CE Mark requirements |
| Quality | Product manufactured in an ISO 9001 certified factory. |

| Environmental and Operating Conditions | | | | |
|--|----------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Parameter | Reference | Rated | Operative Limits | Transportation and storage |
| Ambient Temperature | 20 ±2° C 68 ±3° F | 0 to 50° C 32 to 122° F | 0 to 50° C 32 to 122° F | -10 to 60° C -14 to 140° F |
| Relative Humidity | 10 to 90* | 10 to 90* | 10 to 90* | 10 to 90* |

* The maximum rating only applies up to 40 °C (104 °F). For higher temperatures, the RH specification is derated to maintain constant moisture content.

Table 1 - Thermocouple Input Actuations

| Type | Range | | Minimum Span | | Accuracy |
|------|--------------|--------------|--------------|-----|---|
| | ° F | ° C | ° F | ° C | |
| K | -144 to 1832 | -100 to 1000 | 100 | 212 | ±0.1% span (±1.5 °C) |
| J | 32 to 2012 | 0 to 1100 | 100 | 212 | ±0.1% span (±1 °C, except 0-100 °C ±2 °C) |
| T | -144 to 752 | -100 to 400 | 50 | 122 | ±0.1% span (±1.4 °C, except -100 °C to +100 °C ±2 °C) |
| R | 32 to 3092 | 0 to 1700 | 500 | 932 | ±0.1% span (0 °C to 100 °C ±4 °C, 100 °C to 300 °C ±1.5 °C) |
| S | 32 to 3092 | 0 to 1700 | 500 | 932 | ±0.1% span (0 °C to 100 °C ±4 °C, 100 °C to 300 °C ±1.5 °C) |
| E | 32 to 1472 | 0 to 800 | 100 | 212 | ±0.1% span (±1 °C) |
| B | 212 to 3182 | 0 to 1750 | 500 | 932 | ±0.1% span (0 °C to 400 °C not specified, 400 °C to 600 °C ±2.5 °C) |
| N | 32 to 2372 | 0 to 1300 | 100 | 212 | ±0.1% span (±1 °C) |

Model Selection Guide

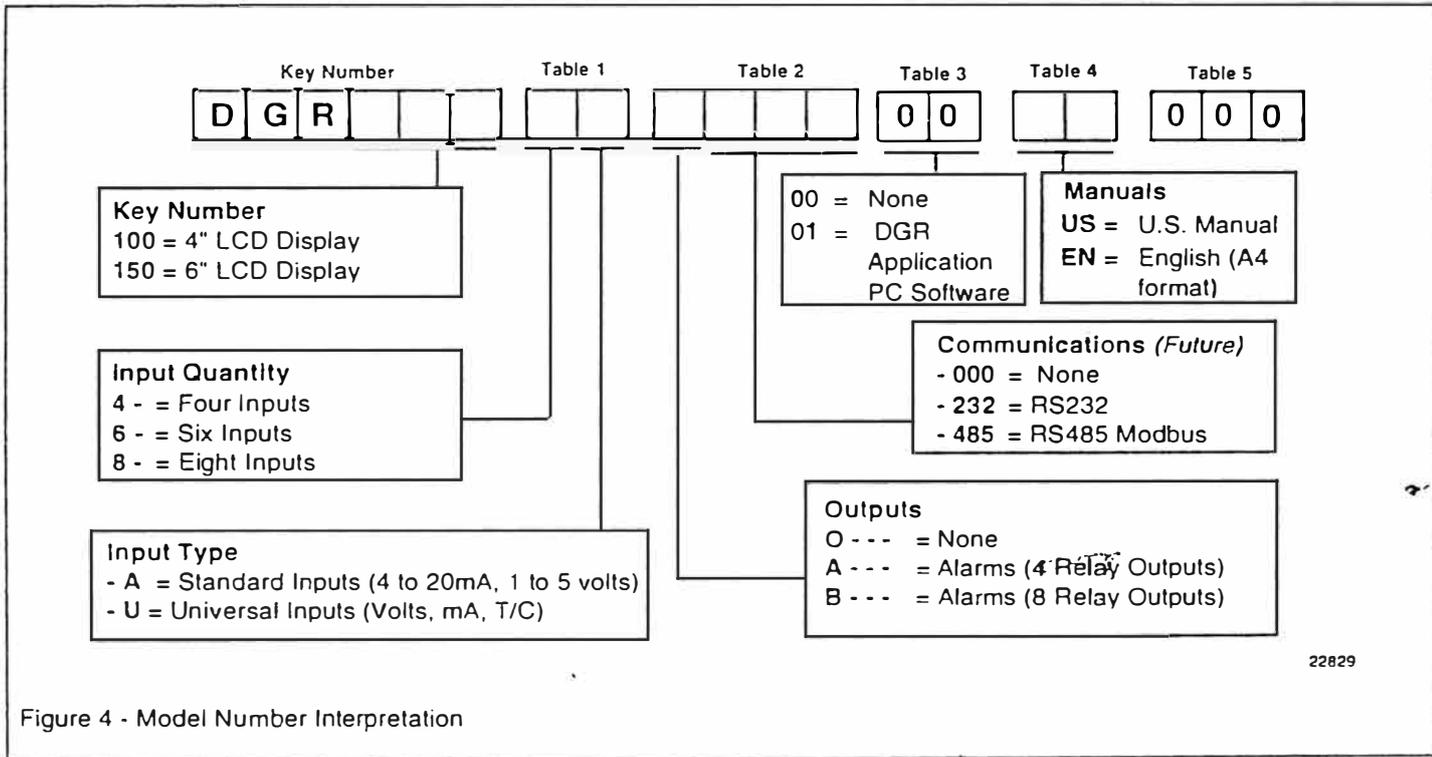


Figure 4 - Model Number Interpretation

UDC6000 Process Controller and Process Indicator

Specification

Overview

The UDC6000™ is a micro-processor-based, stand-alone Process Controller. This price-performance leader combines unparalleled functionality and performance with an effective and easy to use operator interface.

The UDC6000 addresses the needs of the continuous process industries such as Hydrocarbon Processing, Pulp and Paper, Power Generation, Metals, Fine Chemicals, and Consumer Goods, where product quality, high throughput, and reliability are prime considerations.

A cost effective Indicator version is also available. The indicator contains Math Functions as a standard feature but contains no control functions except for alarms which are optional.

Brilliant bargraph displays and English prompts make the device easy to read, configure, and operate.

Optional communication allows the UDC6000 to be integrated with Honeywell's TDC3000 Distributed Control System or configured and monitored from an IBM-compatible PC with available device configuration software and with Aimax-WIN™ advanced MMI software.

The UDC6000™ handles basic control strategies at low cost and is easily upgraded to higher functionality to meet advanced control strategies such as Dual Loop, Cascade, Feedforward Control or those requiring logic or math functions.

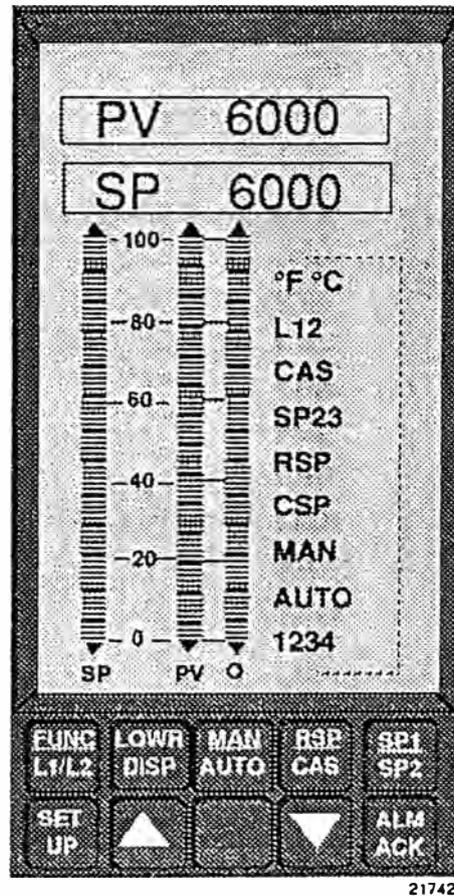


Figure 1 - UDC6000™ Process Controller

Features

Brilliant Bargraphs

- Vertical display of Setpoint, Process Variable, and Output.

Dual Digital Displays

- Two nine-character, vacuum fluorescent, alphanumeric digital displays
- Provides accurate indication of PV, SP, Output, etc. (4 digits).

DIN Panel Size

- Standard 72 X 144mm bezel

Individual Tactile Keys

- Provides reliable positive feedback

CE Mark

Conformity with 73/23/EEC, Low Voltage Directive and 89/336/EEC, the EMC Directive.

Easy Configuration

- English language prompts
- Single, front panel keyboard
- No programming language required.
- Also configurable via PC

Accutune™ Adaptive Tuning

- Provides continuous process response identification and readjustment of PID tuning parameters.

Specifications

ANALOG INPUTS - Table 1

| INPUT 1, 2, 3, AND 4 - HIGH LEVEL INPUT RANGES | | |
|--|---------------------|--|
| Volts (dc) | 1 to 5 | Note: If a grossly out-of-range Voltage is applied to a high level input, it will be disabled for one minute then re-enabled and resume conversions. |
| Milliamperes (dc) | 4 to 20 10 to 50 | |

OPTIONAL INPUT 5 - Direct Actuation, Linear, or Pulse Input

| Thermocouple | °F | °C | Platinum RTD*** | °F | °C |
|-----------------------|--------------|--------------|----------------------|-------------|-------------|
| B | 105 to 3300 | 41 to 1816 | 100 Ohms | 0 to 300 | -18 to 149 |
| E | -454 to 1832 | -270 to 1000 | 100 Ohms | -300 to 900 | -184 to 482 |
| J | 0 to 1600 | -18 to 871 | 200 Ohms | -300 to 900 | -184 to 482 |
| K | 0 to 2400 | -18 to 1316 | 500 Ohms | -300 to 900 | -184 to 482 |
| NNM (Ni Ni Moly) | 32 to 2500 | 0 to 1371 | | | |
| NIC* (Nicrosil Nisil) | 0 to 2372 | -18 to 1300 | Linear Inputs | | |
| R | 0 to 3100 | -18 to 1704 | Milliamperes (dc) | 4 to 20 | |
| S | 0 to 3100 | -18 to 1704 | | 10 to 50 | |
| T | -300 to 700 | -184 to 371 | Millivolts (dc) | 0 to 10 | |
| W5W26** | 0 to 4200 | -18 to 2315 | | 10 to 50 | |
| | | | Volts (dc) | 1 to 5 | |
| | | | | 0 to 10 | |

| Honeywell RH Radlomatic | 1400 to 3400 | 760 to 1871 | Pulse Input | |
|-------------------------|--------------|-------------|--------------|------------------------------|
| | | | Frequency | 1 Hz to 25KHz (configurable) |
| | | | Resolution | 5 Hz |
| | | | Signal Level | +5 to +25 Vdc Signal |

* Nicrosil-Nisil or Omega alloy TM 14 AWG

** Also Known as type C

*** IEC Alpha - 0.00385

Specifications, continued

| Design/Performance (continued) | |
|--|--|
| Transmitter Power | The output is + 24Vdc \pm 2V and will supply 50mA maximum (two 2-wire transmitters). The output is protected from external short circuits and includes an inductor capacitor filter to block high frequency noise. |
| Stray Rejection | <p><i>Common Mode</i> AC (50 or 60 HZ): 120 db (with maximum source impedance of 100 ohms) or \pm1 LSB (least significant bit), whichever is greater. DC: 120 db (with maximum source impedance of 100 ohms) or \pm1 LSB, whichever is greater. DC to 1 KHz: 80 db (with maximum source impedance of 100 ohms) or \pm1 LSB, whichever is greater.</p> <p><i>Normal Mode</i> AC (50 or 60 HZ): 60 db (with 100% span peak-to-peak)</p> |
| Power Consumption | 20VA |
| Weight | 2.8 kg (6.2 lbs) |
| Dimensions | See Figure 4. |
| Outputs Current Proportional Control Output Second Current Output (Optional) Open-Collector Digital Outputs (Optional) | <p>4 to 20 mA dc into a negative or positive grounded or non-grounded load of 0 to 1000 ohms. Output range can be set between 0 and 20 mA, and as direct or reverse control action. <i>Resolution:</i> 10 bits <i>Accuracy:</i> 0.5% full scale <i>Temperature Stability:</i> 0.1% full scale$^{\circ}$C</p> <p>4 to 20 mA dc into a negative or positive grounded or non-grounded load of 0 to 1000 ohms. Output range can be set between 0 and 21 mA Maximum, and as direct or reverse control action. The range of the second current output, as a function of the selected variable, can be scaled. This output can be used as a SECOND CONTROL OUTPUT or signal representing INPUT 1, INPUT 2, INPUT 3, INPUT 4, INPUT 5, DERIVED PV, SETPOINT, or DEVIATION. <i>Resolution:</i> 12 bits <i>Accuracy:</i> 0.05% full scale <i>Temperature Stability:</i> 0.0074% full scale$^{\circ}$C <i>Ripple:</i> 0.1% peak to peak maximum</p> <p>Four Open-Collector type Digital Outputs available <i>Operating Voltage:</i> +5Vdc to +30Vdc (customer supplied) <i>Maximum Sink Current:</i> 300mA per Output <i>Overload Conditions*:</i> 650 mA minimum for 10 Microseconds</p> <p>* An overload condition exists on an output whose sink current has exceeded the parameters listed. This condition automatically shuts off only the output affected. After one minute, the output is reset and again checked for overloads.</p> <p>Alarm Outputs Digital outputs #1 and #2 can be configured via the keyboard to be alarm signals. Up to four setpoints can be independently set as high or low alarm (two for each alarm). Setpoint can be on any input, the process variable, deviation, or output of loop 1 or loop 2. Alarm action can be set as direct or reverse. On alarm based on input signals, a single adjustable hysteresis of 0.0 to 5.0% is provided. The controller can be set to alarm on SHED from communications.</p> <p>Control Outputs Digital Outputs #3 and #4 are used for Logic Block Output or Time Proportional Control Outputs.</p> |

Specifications, continued

| General Reference Data | |
|---|--|
| Isolation | <p><i>AC Power and Input:</i> are electrically isolated from each other, chassis ground, and all other inputs and outputs to withstand a HIPOT potential of 500Vac for 1 minute or 1800 Vac for 1 sec</p> <p><i>Four High Level Inputs:</i> are not electrically isolated from each other but are isolated from all other inputs and outputs to withstand a HIPOT potential of 500Vac for 1 minute, or 600Vac for 1 sec</p> <p><i>Current Outputs:</i> are electrically isolated from all other inputs and outputs and each other to 500 Vac for 1 minute.</p> <p><i>Digital Inputs and Outputs:</i> Isolated from all other circuits to 500Vac for 1 minute or 600Vac for 1 sec</p> |
| Static Charge | <p><i>Susceptibility:</i> The exposed panel surface is capable of withstanding a discharge through 100 Ohms from a 250pf capacitor charged to 10KV with no component failures and 8 KV with no incorrect outputs</p> |
| Radio Frequency Interference (RFI) | <p><i>Susceptibility:</i> The UDC6000 Process Controller is capable of withstanding an RFI field strength of 10 volts/meter at 27MHz and 151.685 MHz with an analog effect no greater than 0.5% and otherwise normal operation, and at 450 MHz with an analog effect no greater than 2.0% and otherwise normal operation.</p> <p>The UDC6000 Process Controller is capable of withstanding an RFI field strength of 20 volts/meter at 27MHz and 151.685 MHz with an analog effect no greater than 2.0% and otherwise normal operation, and at 450 MHz with an analog effect no greater than 4.0% and otherwise normal operation.</p> |
| Line Noise Effects | <p><i>Surge:</i> The field terminals and power line terminals (except analog terminals) are capable of withstanding the IEEE Surge Withstanding Capability (SWC) Test with no component failures and no incorrect output to 2.5 Kilovolts. The analog input and output terminals are capable of withstanding the IEEE Surge Withstanding test in common mode with no component failures, no reset and no incorrect outputs to 1.0 Kilovolts..</p> |

Model Number Interpretation

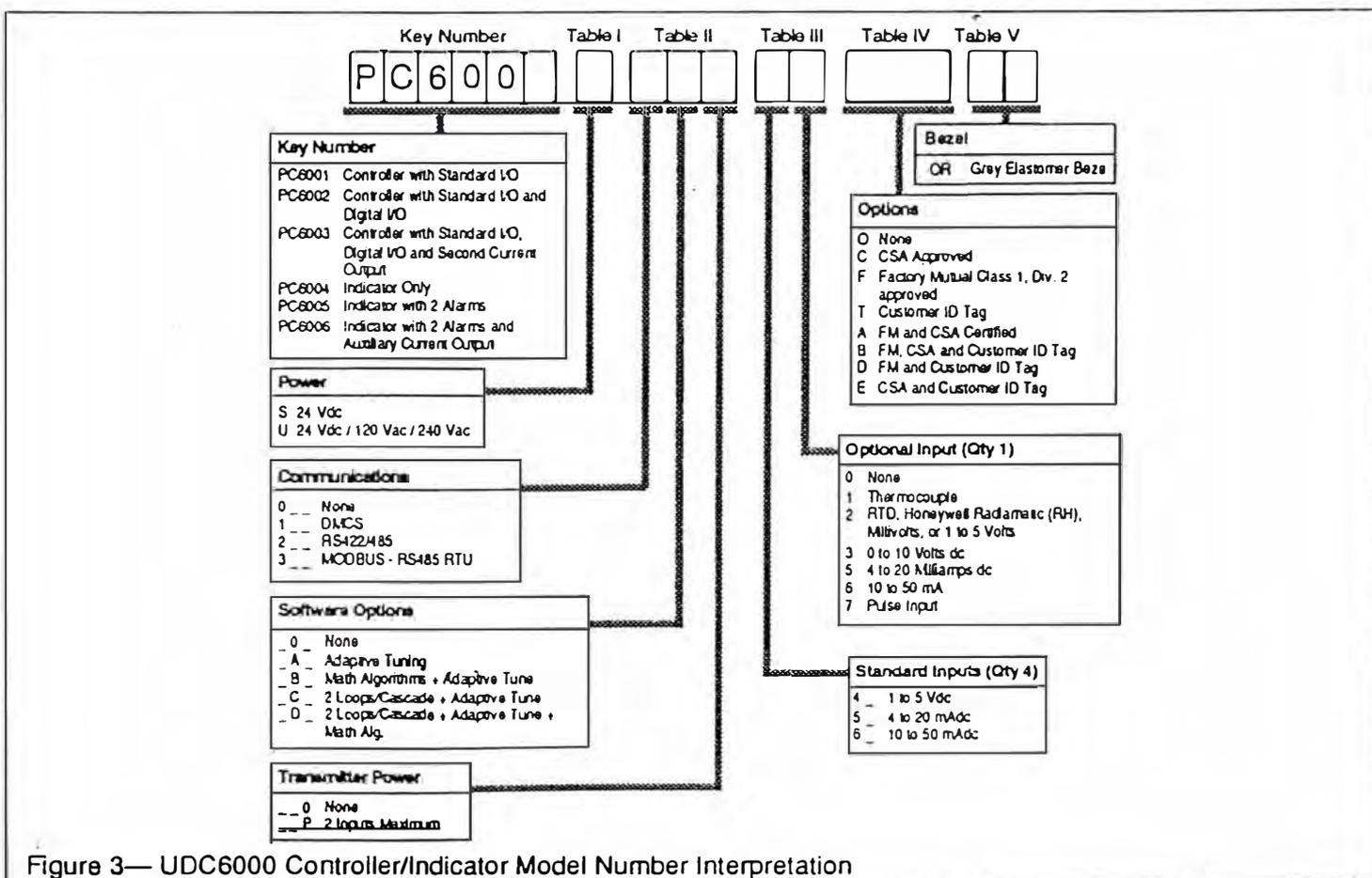


Figure 3— UDC6000 Controller/Indicator Model Number Interpretation

BIBLIOGRAFIA

1. Instrumentacion Industrial
Antonio Creus Sole
2. Sistemas de Control Automatico
Benjamin C. Kuo
3. Ingenieria de Control Moderna
Katsuhiko Ogata
4. Control de Sistemas Dinamicos con Retroalimentacion
Gene F. Franklin. J. David Powell. Abbas Emani-Naeini
5. Electronica Industrial moderna
Timothy J. Maloney
6. Process Control Instrumentation Technology
Curtis Johnson
7. Instrumentos Industriales su Ajuste y Calibracion
Antonio Creus Sole
8. UDC 6000 Process Controller Product Manual
Honeywell
9. Instruction Bulletin Control Room Products 53MC5000
Fischer & Porter