

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y  
ELECTRONICA**



**MODULOS DE ENSAYOS DE CONTROL DE  
PROCESOS**

**INFORME DE INGENIERIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO ELECTRICISTA**

**OSCAR ANTONIO MELGAREJO PONTE**

**PROMOCION 87 - I**

**LIMA - PERU  
1997**

A mis padres Oscar y Zoraida. con toda  
mi gratitud por el gran su esfuerzo que  
realizaron por mi educación

**MODULO DE ENSAYOS DE CONTROL  
DE PROCESOS**

## **SUMARIO**

La posibilidad de controlar los parámetros tales como la presión; temperatura; caudal, etc., (independientemente o combinados) en los procesos de producción en forma automática ha dado paso a una mejora sustancial en la productividad, puesto que los errores que se cometen son mínimos y los tiempos de respuesta a los cambios o perturbaciones producidos en el sistema son corregidos instantáneamente, dado que los procesos de control manual han dado paso a los sistemas automáticos.

El presente trabajo trata del diseño de cuatro módulos de control que serán usados para efectuar experimentos donde están involucrados estas magnitudes de control; además se ha implementado módulos con plc's los que se usan para el control de procesos con los módulos anteriormente mencionados. (control de entradas y salidas análogas, básicamente PID), pero también se podrán efectuar pruebas de control son sistemas de tipo secuencial, tales como son los arranques de motores o control de electroválvulas, etc.

## ÍNDICE

### PROLOGO

### CAPITULO I

#### CONCEPTOS, NIVELES Y TAREAS EN UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

1.1	Conceptos de automatización.....	2
1.2	Niveles y tareas de automatización.....	2
1.2.1	Niveles de automatización.....	2
1.2.2	Tareas de un sistema de automatización en planta.....	3
1.3	definición de control de procesos.....	5
1.4	Estrategias de un sistema de control.....	6

### CAPITULO II

#### ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS.....

2.1.1	Sensores.....	10
2.1.2	Unidad de control.....	14
2.1.3	Actuadores.....	14
2.2	Técnicas para control y supervisión.....	15
2.2.1	Sistemas con microprocesador.....	16
2.2.2	El controlador lógico programable,PLC.....	17
2.2.3	Tipos controladores.....	19

## VI

### CAPITULO III

#### CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL

#### SISTEMA DE CONTROL.....22

##### 3.1 Selección de controladores digitales.....22

##### 3.1.2 Selección de software y hardware.....23

##### 3.1.3 Definición de entradas y salidas.....23

##### 3.1.4 Interface con el usuario.....24

##### 3.1.5 Consideraciones de software.....24

##### 3.1.6 Comunicación.....24

##### 3.1.7 Físicas y ambientales.....25

##### 3.2 Transductores de presión, instalación y usos.....25

##### 3.2.1 Salidas de un transductor y la configuración de su cableado.....25

##### 3.2.2 Transductores con salida en milivoltios.....26

##### 3.2.3 Transductores con salida de voltaje amplificado.....26

##### 3.2.4 Transductores con salida de corriente.....27

##### 3.2.5 Cableado de un transductor a salida de lectura múltiple (registradores), computadores,etc.....28

##### 3.2.6 Cableado de múltiples transductores a una lectora (registrador), computadores,etc.....30

##### 3.3 Selección de válvulas.....31

##### 3.3.1 Selección de las características de flujo de la válvula.....35

### CAPITULO IV

#### PROCESO DE IMPLEMENTACION.....38

## VII

4.1	Planta modelo de control de flujo.....	38
4.1.1	Criterios.....	38
4.1.2	Medidor de flujo.....	39
4.1.3	Válvula de control.....	40
4.1.4	Rotámetro.....	40
4.2	Planta modelo de control de nivel.....	41
4.2.1	Criterios.....	41
4.2.2	Medidor de nivel.....	41
4.2.3	Válvula de control.....	41
4.2.4	Rotámetro.....	42
4.2.5	Consideraciones sobre la bomba de alimentación.....	42
4.3	Planta modelo de control de presión.....	43
4.3.1	Criterios.....	43
4.3.2	Consideraciones sobre el compresor de aire.....	43
4.3.3	Regulador de presión.....	43
4.3.4	Válvula de control.....	44
4.3.5	Rotámetros.....	44
4.3.6	Acoplamiento a la planta de nivel.....	44
4.4	Planta modelo de control de temperatura.....	45
4.4.1	Criterios.....	45
4.4.2	Tanques.....	45
4.4.3	Consideraciones sobre la potencia del calentador.....	45
4.4.4	Sensores y controladores de temperatura.....	45

## VIII

4.4.5	Válvula de control.....	46
4.4.6	Rotámetros.....	46
4.4.7	Interruptores de nivel.....	47
4.4.8	Consideraciones sobre bombas de alimentación.....	47
4.5	Controladores lógicos programables.....	50
4.5.1	Partes de un PLC.....	50
4.5.2	Unidad central de procesos (UCP).....	51
4.5.3	Memoria.....	51
4.5.4	Unidad de entrada.....	51
4.5.5	Unidad de salida.....	52
4.5.6	Software de empleo.....	52
4.5.7	Criterios básicos para la selección de un PLC.....	53
4.5.8	Ventajas del automatismo con los PLC's.....	55
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
	Cronograma de ejecución.....	57
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>67</b>
	Anexo A.....	59
	Consideraciones sobre el dimensionamiento de las resistencias de calentamiento en el módulo de temperatura.....	59
	Anexo B.....	61
	Procedimiento de programación para el control de temperatura con el plc.....	61
	Anexo C.....	67
	Detalle y costos de equipos.....	67

## IX

Anexo D.....	84
Catálogos.....	84
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>85</b>

## **PROLOGO**

El trabajo consta de cuatro capítulos en los se presentarán las definiciones de los principales conceptos de control así como los conceptos básicos empleados para la selección de los principales componentes de los módulos en cuestión.

En el capítulo I, se presentan los conceptos de automatización, indicando los niveles y tareas de un sistema automático, se analizan las tareas de un sistema automático de una planta y las estrategias de control de los mismos.

En el capítulo II, se ven las estructuras de un sistema de control de procesos, se dan alcances sobre los sensores, los actuadores, las técnicas de control y supervisión, los PLC's y algunos tipos de controladores.

En el capítulo III, se dan algunas de las consideraciones utilizados para la selección de los elementos típicos de estos sistemas; como son los controladores digitales, los transductores de presión, de temperatura y las válvulas.

En el capítulo IV, se indicará todos los aspectos relativos al funcionamiento de los módulos en cuestión, se da un ejemplo de control de módulo de temperatura utilizando los módulos de entradas y salidas análogas del PC.

# **CAPITULO I**

## **CONCEPTOS, NIVELES Y TAREAS EN UN SISTEMA DE AUTOMATIZACION**

### **1.1 Conceptos de automatización**

Automatizar en general, es disminuir la intervención humana en la ejecución de secuencias o procesos industriales, sobre todo en: tareas monótonas de riesgo de vida y tareas con apreciable probabilidad de falla. El hombre ha ido desarrollando técnicas de automatización con el fin de mejorar su trabajo haciéndolo más productivo y eficiente. En la actualidad se ha alcanzado un nivel muy bueno en dichas técnicas debido principalmente a la aparición de sistemas programables cuyo funcionamiento se basa en sistemas con microprocesador, principal “culpable” del “boon” tecnológico que estamos viviendo en las últimas décadas.

### **1.2 NIVELES Y TAREAS DE AUTOMATIZACIÓN**

#### **1.2.1 Niveles de automatizacion**

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. O 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 factoria**

Integra todas las areas y planifica la producción del conjunto.

**Nivel 3: Control coordinador de area**

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

**Nivel 2: Supervizar**

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.

**1.2.2 Tareas de un sistema de automatización en planta Supervisión**

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**

Visualizan 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 “set point”o señal de referencia o consigna, para lo cual se sigue una estrategia o algoritmo de control. Estos algoritmos pueden ser desde los más básicos, como el sistema 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 comandos electromecánicos (relays, temporizadores, contactores, etc). Luego surgieron los PLC's, cuya programación se basa en el diagrama escalera o "ladder diagram".

### 1.3 Definición de control de procesos

Es difícil dar una definición exacta y correcta para un control de procesos. Estas son algunas:

- Mantener las variables de un proceso industrial en valores considerados eficientes.
- Mostrar datos a los operadores de planta para mantener un ritmo de funcionamiento seguro y eficiente en la línea de producción.

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 procesos 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	fuente secundaria de	fuente principal de

	informacion consignas	informacion diseños,ordenes, estado de trabajo
base de datos	scada	muy grande, siempre creciente y clave para el sistema
tecnicas de control	realimentacion y prealimentacion bucles, ganancia, dinamica muy importante	manipulacion actualizacion y suministro de grandes volumenes de informacion
equipo de control	reguladores controladores de lazo	controladores logicos programables
interfaces de salida	estaciones de consigna valvulas reguladores de potencia	maquinasherramienta, robots , equipos de ensayo automatico
impacto socio-economico- laboral	modesto	muy grande
epoca de desarrollo	1960-1975	1970-1990

#### 1.4 Estrategias de un sistema de control

El sistema de control está compuesto por una serie de instrumentos y mecanismos de control que reciben y envían información por medio de señales eléctricas o

neumáticas, éstos están interconectados formando un lazo de control, de modo que producen resultados útiles con un mínimo de supervisión humana.

Los sistemas de control pueden ser clasificados en lazo abierto o lazo cerrado(realimentación).

El control en lazo abierto es aquel cuya salida del proceso no ejerce ningún efecto sobre la entrada, en cambio el lazo de control cerrado es aquel cuya energía de entrada al proceso es de alguna forma función de su propia salida. Los sistemas de control abierto generalmente no son usados en el control de procesos industriales.

En un lazo de control cerrado, la salida del proceso **variable controlada** es medida y comparada como un valor deseado “**set point**” y el error resultante de la comparación es utilizado por el controlador para corregir una de las entradas al proceso **variable manipulada** a fin de compensar los efectos de las perturbaciones.

Este concepto básico de comparación de la salida o valor real con el valor deseado y la información utilizada para manipular la entrada del proceso se denomina control por realimentación negativa, siendo utilizado para cualquier sistema cuya operación es afectada por el propio resultado de su salida y en donde la comparación es efectuada por sustracción.

Independientemente de su complejidad en la figura 1 siguiente se presenta un lazo de control con realimentación.

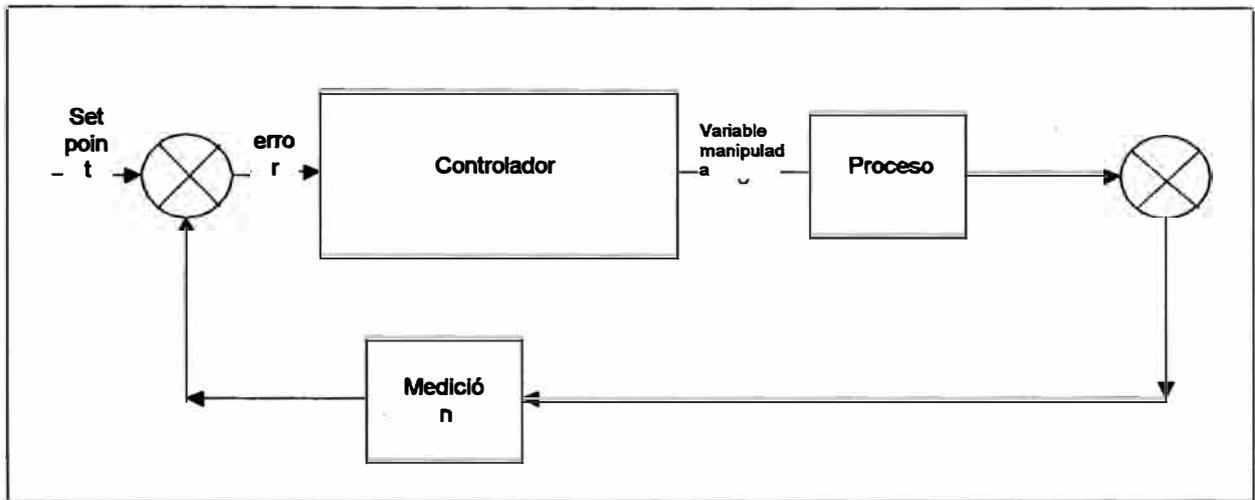


Fig 1: Diagrama de bloques de lazo de control

## CAPITULO II

### ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS

En la figura 2 se muestran los elementos que conforman un lazo para la automatización y control de procesos:

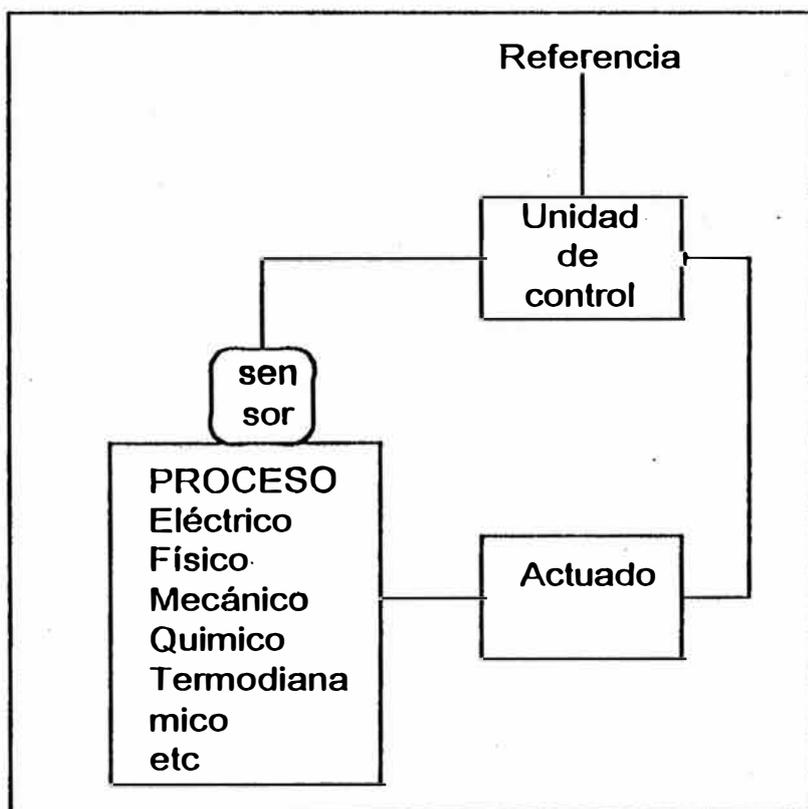


Fig 2 : Lazo de automatización de procesos

### 2.1.1 Sensores

El sensor es el elemento que convierte un fenómeno físico (presión, calor, velocidad) en una señal electrónica 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 medidas) aplicados a condiciones de trabajo particulares ( parámetros operativos).

En seguida definiremos algunos conceptos vinculados con estos términos.

#### **Parámetros de medición**

**a .- Medición:** Acto de medir una magnitud física ( en nuestro caso, 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, vibraciones, 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 pueden ser de tres tipos:

**a.- ON-OFF:** (discretos) que permiten detectar eventos o situaciones discretas, por ejemplo: Sensores de proximidad, termostatos, microswitchs, etc.

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

**c.- Digitales:** La señal eléctrica es binaria (bits). Ejemplo los medidores de velocidad ópticos (encoders).

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. (figura 3). 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 el instrumento.

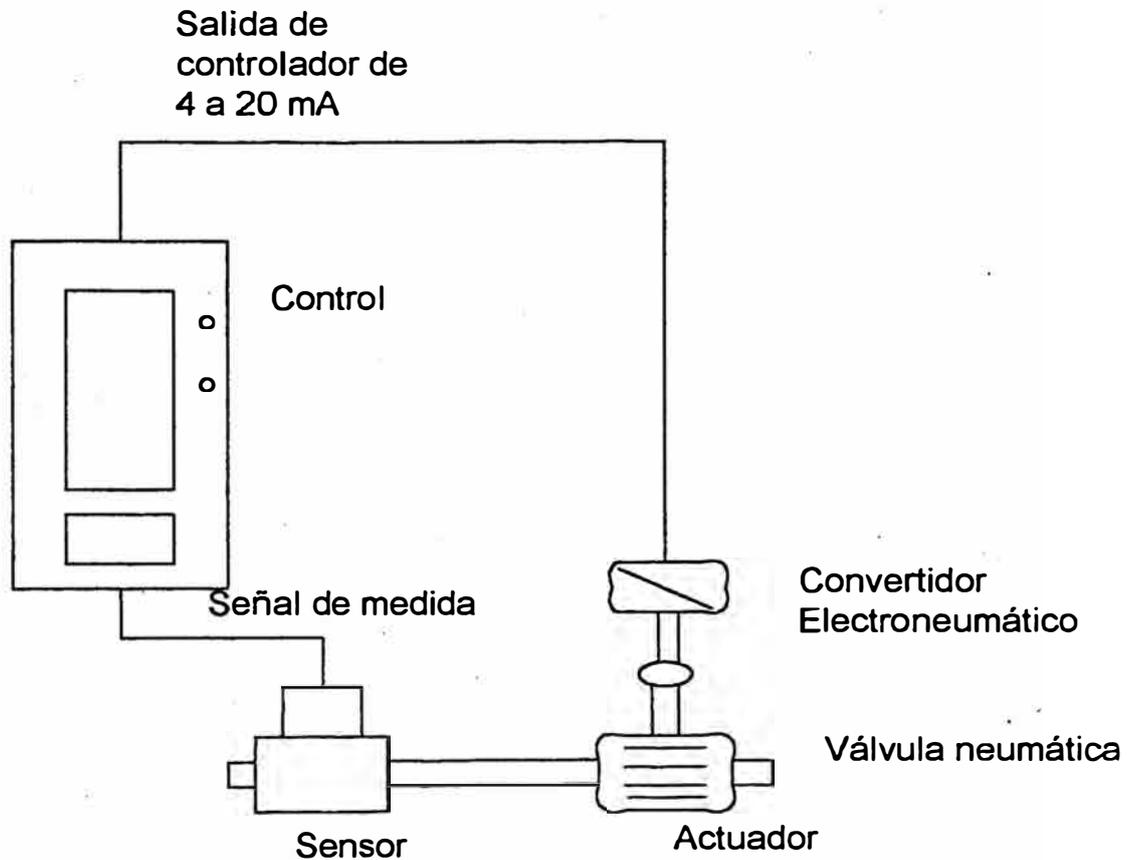


Fig : 3

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 interfase 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 concentrador puede ser analógica (lazo de corriente de 4 a 20 mA), en frecuencia digital, digital paralela o digital serial (RS232 o RS485).

Una instrumentación más sofisticada utiliza un medio de comunicación: fibra óptica, microondas, MODEM, etc. En la figura 4 se muestra esta relación en forma esquemática.

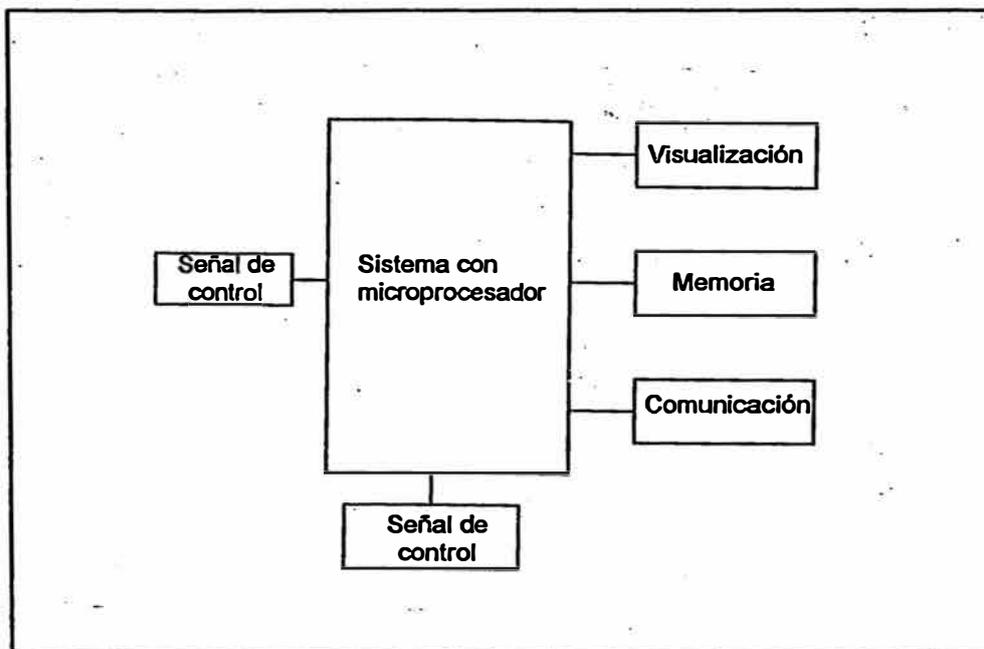


Fig 4 : Diagrama de bloques d un sistema de medición y control con microprocesador

### **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 pre-establecido (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 con su familia 80x86 y Motorola con su familia 68xxx.

### **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 (figura 5) se han 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

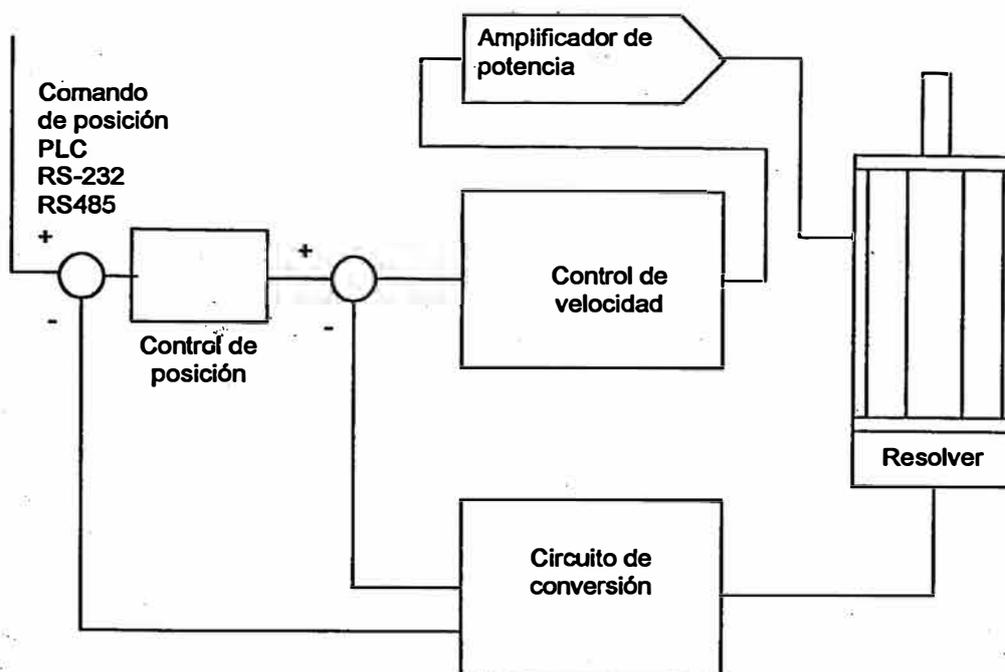


Fig 5 : Accionamiento electrico para motores

## 2.2 Técnicas para control y supervision

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 . La figura 6 muestra un sistema con microprocesador que permite la adquisición y generación de señales analógicas y digitales: así como, la posibilidad de comunicarse con equipo remoto

### **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 internase 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 interfasar al PLC con computadoras personales facilitando mejorar la operación de supervisión de la planta. Paquetes informáticos orientados a las comunicación PLC-PC permiten el diseño de paginas 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 , el controlador digital procesa informaciones digitales, que envuelven los conceptos de dígitos binarios (bits) y de circuitos con microprocesadores.

En la Figura 7 tenemos el diagrama de bloques de un controlador analógico convencional. en este controlador 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 , ósea la señal en la entrada analógica es lo mismo que esta siendo procesado y que genera la señal de salida.

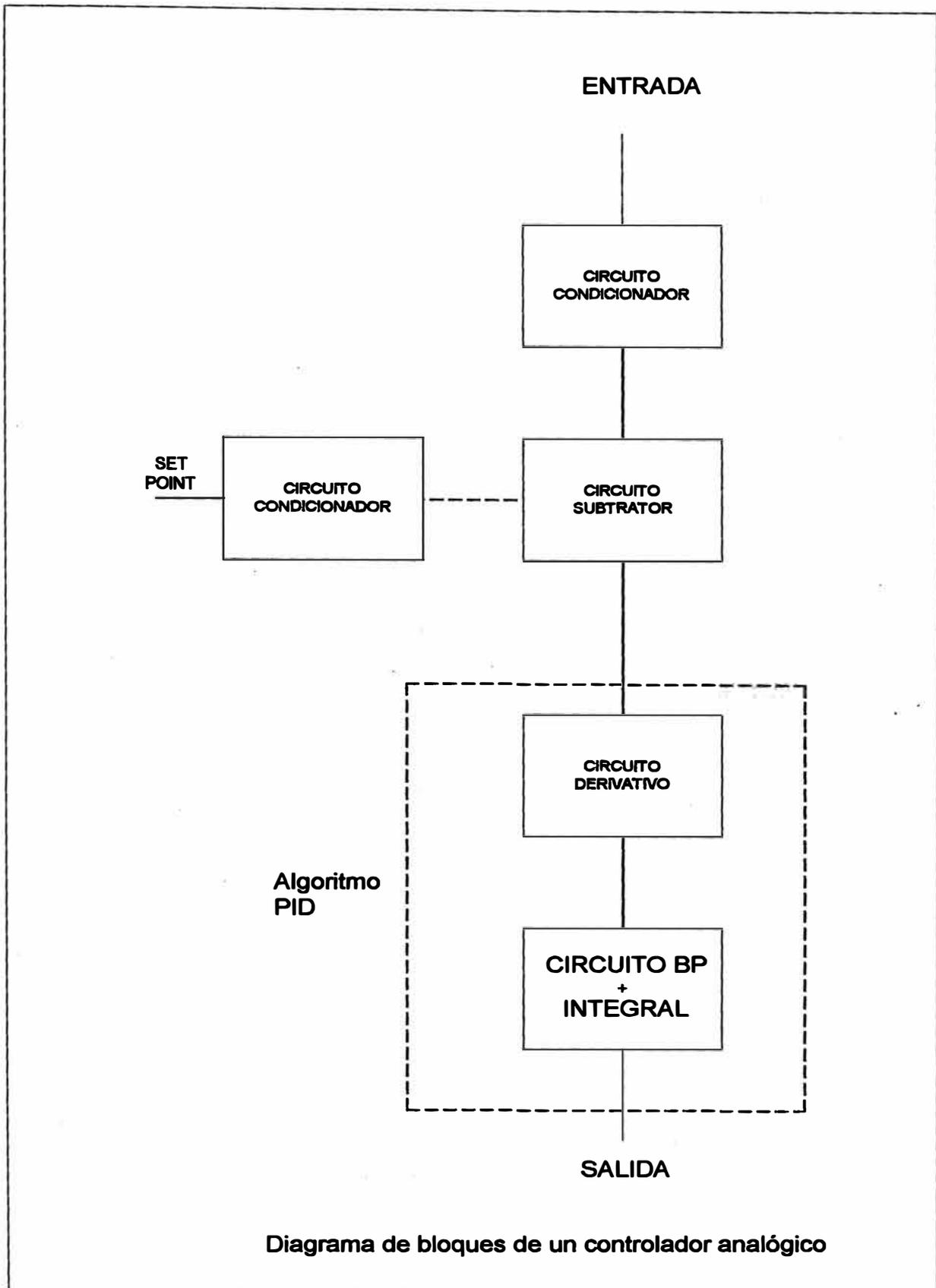


Fig. 7 Diagrama de bloques de un controlador analógico

En la figura 8 tenemos el diagrama de bloques de un controlador digital. Este controlador está formado, básicamente por un circuito acondicionador de entrada, cuya función es generar señal analógica que esté de acuerdo con los valores permitidos a la entrada convertidor Analógico-Digital (CA/D). El convertidor A/D tiene como función seleccionar y muestrear una entrada y convertirla de analógica a digital. el corazón del controlador lo constituye el microprocesador, cuya función es ejecutar las funciones aritméticas comparaciones, algoritmos PID y otros. Así como también chequear el buen funcionamiento del controlador( diagnóstico automático). Por último el controlador digital tiene un circuito de salida que tiene como función convertir una señal digital (generada por los algoritmos de control) en una señal analógica amplificada y enviarla al campo. En este caso el procesamiento de la señal no es continuo. La señal es muestreada, convertida a digital y procesada durante un periodo de tiempo, y después de este tiempo es nuevamente muestreada. el tiempo de adquisición y procesamiento de la señal es una característica importante desde el punto de vista de los algoritmos implementados.

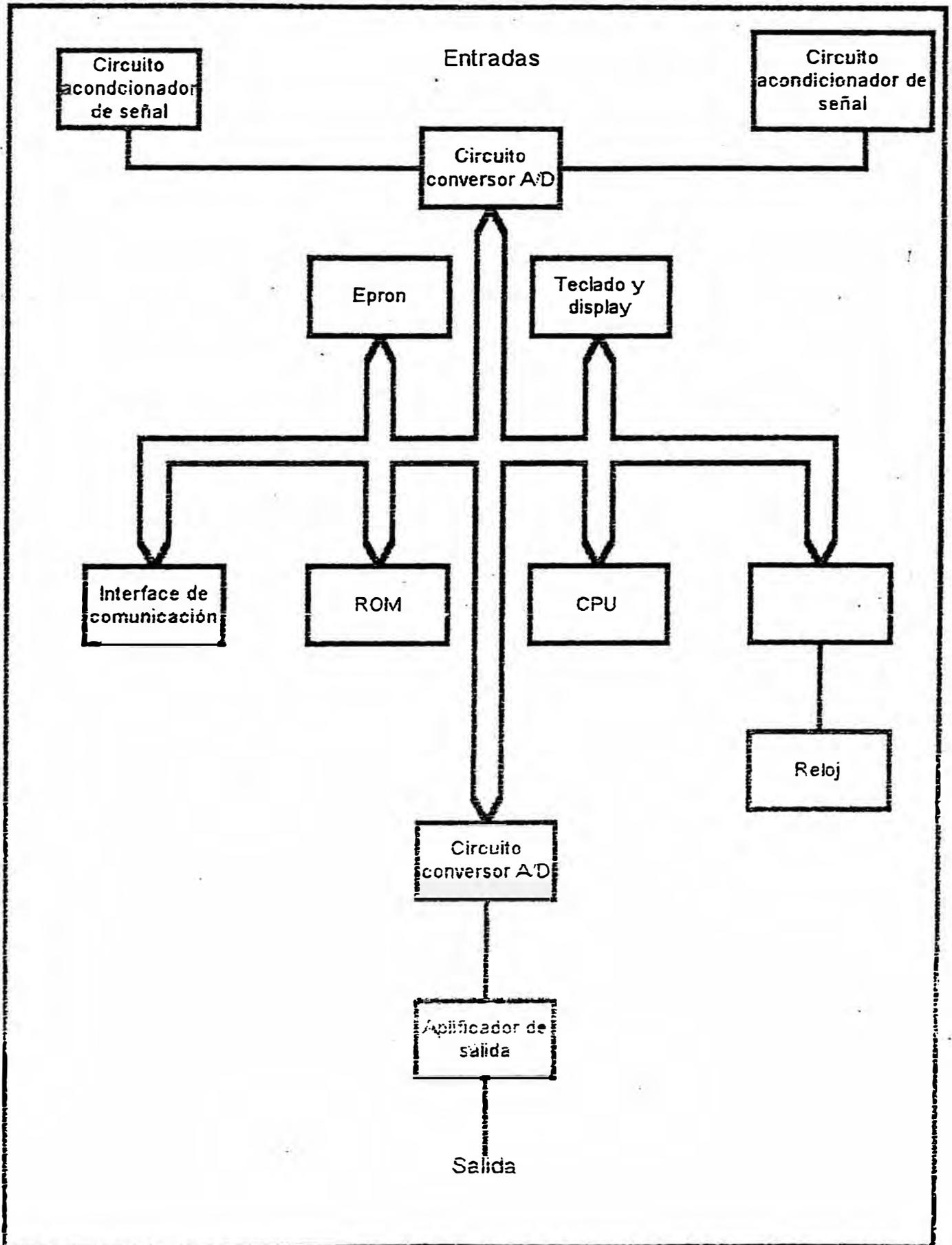


Fig 8

### **CAPITULO III**

## **CONSIDERACIONES 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

clado 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

### **3.1.2 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.

### **3.1.3 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.

#### **3.1.4 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.

#### **3.1.5 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.

#### **3.1.6 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.

### **3.1.7 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 transductores 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 la configuración de su 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 figura 9.

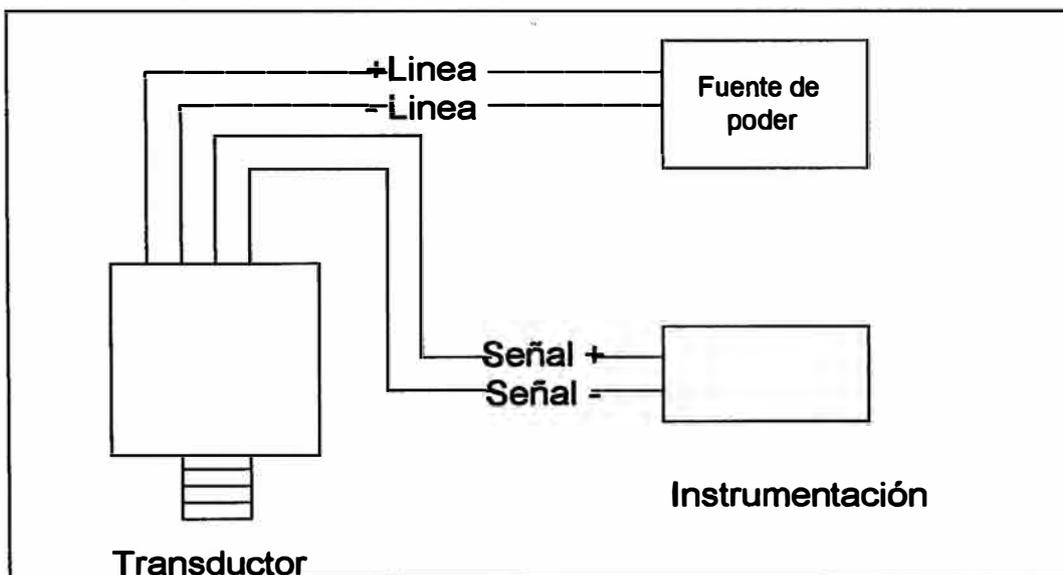


Fig 9: Cableado típico de transductor con salida en milivoltios

### 3.2.3 Transductores con salida de voltaje amplificado

Son generalmente usados en sistemas de interfase 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 a salida de corriente; 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 de la

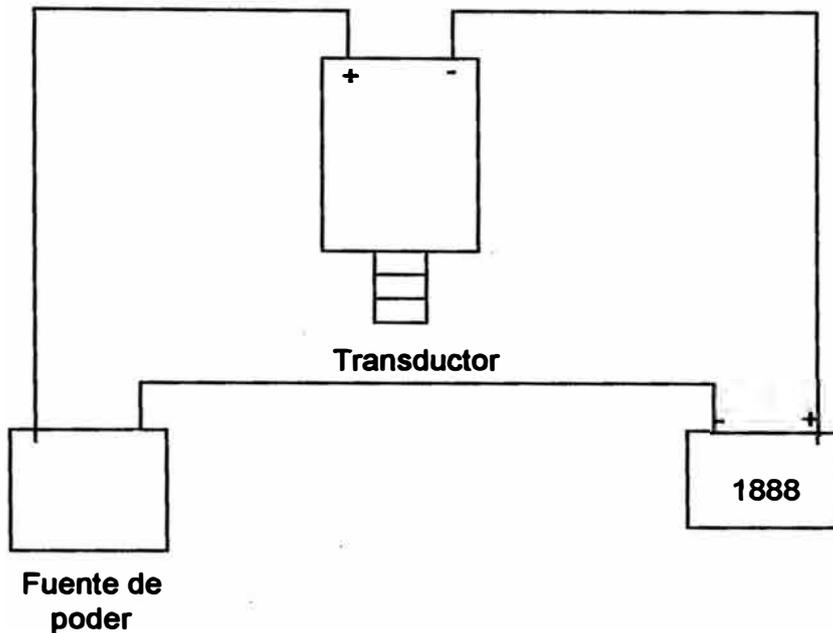


Fig:10 Cableado típico de untransductor con salida de corriente

figura

### 3.2.5 Cableado de un transductor a salidas de lectura multiple (registradores);computadores, etc.

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.

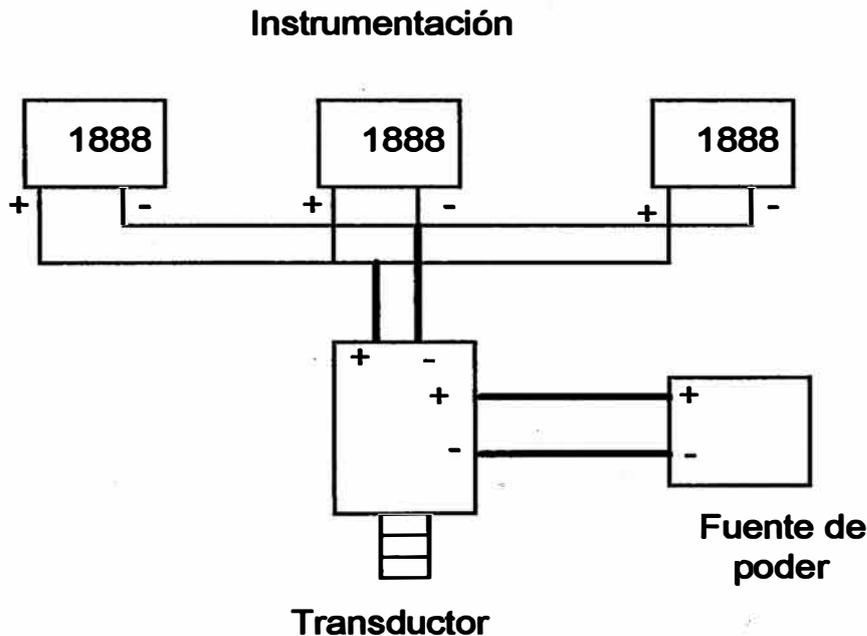
Por ejemplo un centro de control de materiales podría tener un solo centro de control para todos los test de los materiales, posibilitando las operaciones desde un solo local central.

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,  $V=I \times R$

Esto se muestra en la figura 11



**Fig 11 : Cableado típico de multiples instrumentos con un transductor de salida en voltios**

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

donde:

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

$R_{\text{carga}}$  = 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  $10 \Omega$  de impedancia de entrada.

**c.-** Un registrador con  $25 \Omega$  de impedancia de entrada.

**d.-** Computadora con  $200 \Omega$  de impedancia de entrada.

**e.-** Cables de conexión con  $5 \Omega$  de resistencia.

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

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 de salidas (registrador), computador; etc.**

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 puede ser usado.

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 milivoltaje independiente en cada canal.

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

### **3.3. SELECCIÓN DE VALVULAS**

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.

En el siguiente cuadro resumimos las ventajas e inconvenientes de los diseños típicos de cuerpos de válvulas de control.

<u>TIPO</u>	<u>VENTAJAS</u>	<u>INCONVENIENTES</u>
<u>MARIPOSA</u>	Alta capacidad a bajo costo.	Limitada aplicación en el control con elevadas presiones. Una elevada caída produce altos torques.
- Convencionales		

-Disco contorneado dinámicamente.	- Características de flujo tipo igual porcentaje.	
-Disco excéntrico	- Apta para un amplio rango de temperatura dependiendo del tipo de cierre.	- No adecuada para líquidos en condiciones cavitantes.
	- Baja caída depresión a través de la válvula	- No aplicable para la reducción del ruido.
	Su bajo peso la hace manejable en el mantenimiento.	

<b><u>BOLA</u></b>	Excelente control con fluidos fibrosos y sólidos en suspensión.	Limitada a temperaturas por debajo de 400 oC .
- Esférica	- Amplia rangeabilidad de control (300:1, máximo a mínimo caudal)	- No recomendable ara cavitación.
- Segmentada		- Producen ruidos a elevadas caídas de presión
- Con muesca en "V"	- Mayor capacidad que los del tipo globo de igual	- Costo algo elevado.

	tamaño.	
<b><u>GLOBO</u></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simple Asiento.</li> <li>- Doble asiento.</li> <li>- Angulo</li> <li>- Tres vías</li> <li>- Membrana</li> <li>- Jaula</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponible en todo tamaño para todas las clases ANSI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor costo que las del tipo mariposa o bola en servicios de baja presión y temperatura.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amplia gama de materiales de construcción para el cuerpo y partes internas.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversa características de flujo.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variedad de diseños para múltiples aplicaciones.</li> </ul>	

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 (fierro fundido, acero inoxidable, etc.)

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

Tipo de tapón o Disco (abertura 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.)

En la siguiente tabla resumiremos las características del flujo de las válvulas

### **3.3.1. SELCCION DE LAS CARACTERISTICAS DEL FLUJO DE LA VALVULA**

**Variable controlada**

- Nivel	La caída de presión aumenta en relación 2 a 1 o superior cuando el caudal aumenta.	Abertura rápida
- Presión	Fluido en estado líquido	Igual- Porcentaje
	Fluido compresible donde el sistema es rápido (generalmente menos de 3 metros de tubería aguas abajo); la presión se incrementa rápidamente.	Igual - Porcentaje
	Fluido compresible donde el sistema es lento (generalmente más de 30 metros de tubería aguas abajo)	Lineal
	Fluido compresible donde la caída de presión varía en la relación de 5 a 1 ó mayor, para cualquiera de los sistemas: lento ó rápido.	Igual- Porcentaje
Flujo o caudal	elemento de medición de flujo instalado en serie con	Lineal

	válvula	
	Rango de flujo pequeño; altas variaciones en la caída de presión	Igual Porcentaje (no lineal)

En este caso la característica lineal es por si misma explicativa ya que la capacidad de la válvula varía linealmente con la carrera del obturador.

Se dice que la válvula presenta característica de igual porcentaje cuando incrementos iguales de la carrera de la válvula producen cambios en igual porcentaje en el caudal existente antes de producirse el incremento de carrera.

## **CAPITULO IV PROCESO DE IMPLEMENTACION**

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 y el nivel, hemos 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.

### **4.1 PLANTA MODELO DE CONTROL DE FLUJO**

#### **4.1.1 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.-** Acoplamiento adicionales:

se permita el acoplamiento hacia las plantas de nivel y temperatura, con el objeto de llenar unos o ambos tanques.

#### **4.1.2 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 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 más económica a diámetros grandes.

Sin embargo está 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, (típicamente 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 excelente 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.

#### **4.1.3 Válvula de control**

Se ha considerado utilizar una válvula Ranger Qct de 1" de diámetro nominal, de tipo rotante excéntrica y de característica intrínseca 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:

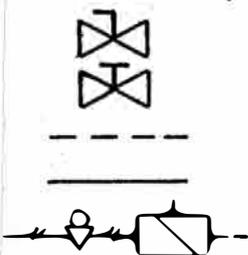
- a.- Se desea tener la posibilidad de un control fino sobre el flujo, ya que este es la variable medida.
- b.- Se recomienda que con una señal de 4-20 mA se utilice un posicionador ya que de otro modo no hay garantía de hermeticidad en el cierre.

#### **4.1.4. Rotámetro**

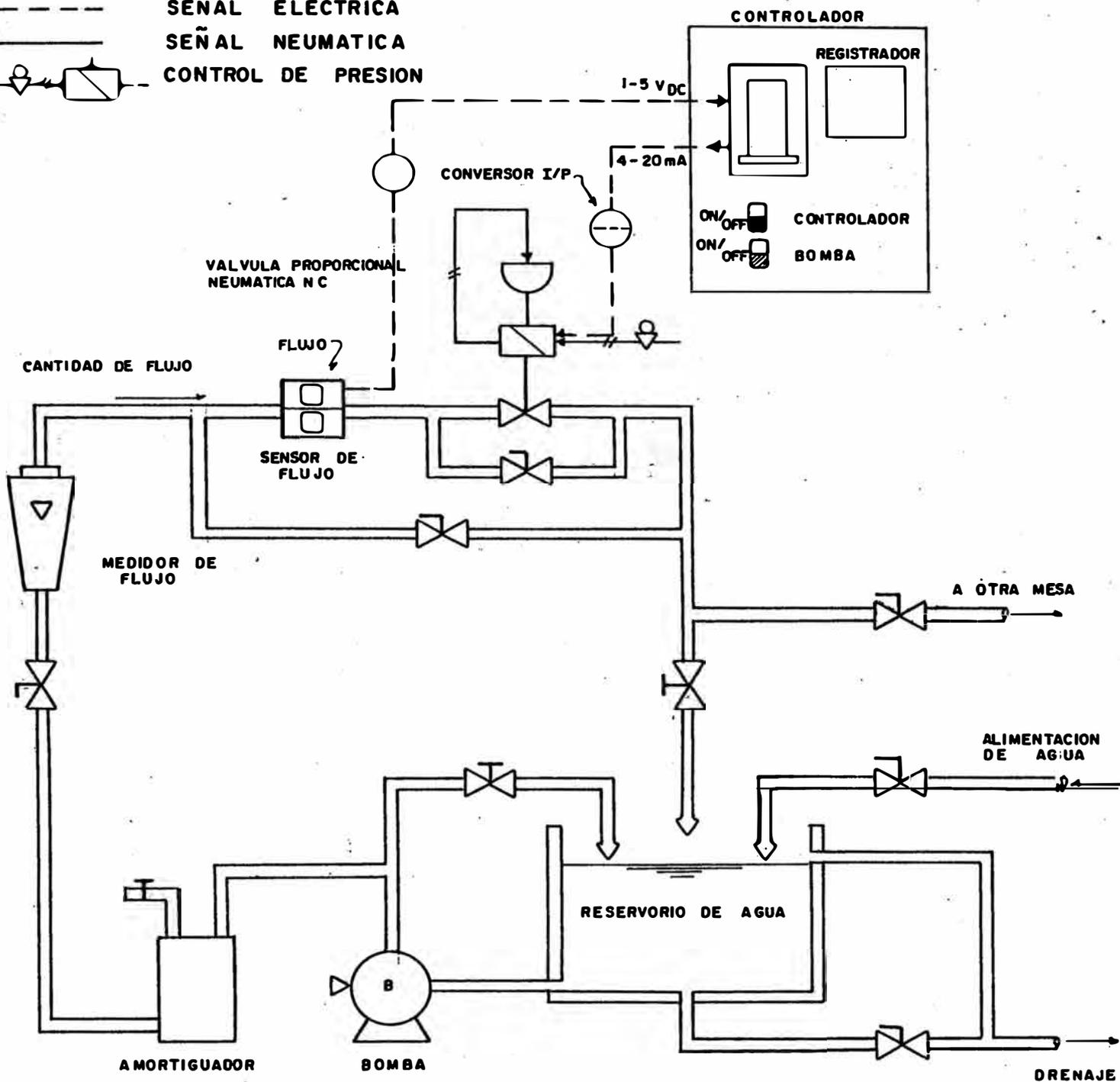
Se especificará un rotámetro para verificar el flujo medido por el sensor. El rotámetro especificado es de DN25 (1" ) que puede medir hasta 2497 l/h.

**MODULO I :**

**FLUJO**



VALVULA DE GLOBO  
VALVULA DE COMPUERTA  
SEÑAL ELECTRICA  
SEÑAL NEUMATICA  
CONTROL DE PRESION



## **4.2. Planta modelo de control de nivel**

### **4.2.1 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).

### **4.2.2 Medidor de nivel**

La medición de nivel se hará por medio de la 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.

### **4.2.3 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.

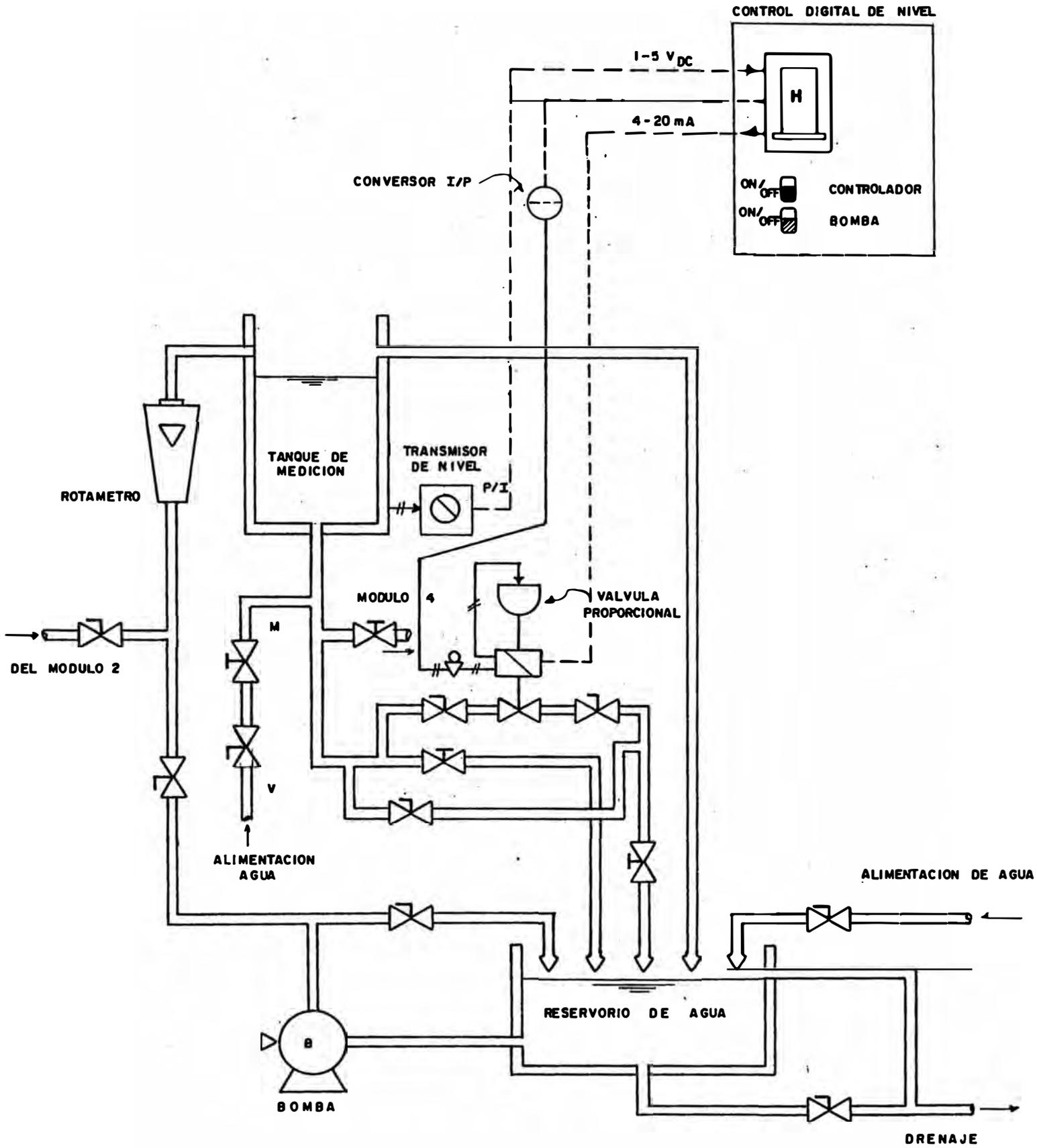
#### **4.2.4. Rotámetro**

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.

#### **4.2.5 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.

# MODULO 3 CONTROL DE NIVEL



### **4.3. Planta Modelo de control de presión**

#### **4.3.1. 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.

#### **4.3.2 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 m<sup>3</sup>/h de aire a condiciones standard ( 1 atm;

15 °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.

#### **4.3.3 Regulador de presión**

Se requiere de un regulador de presión 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 ¾ “ NPT de conexión. Este regulador puede manejar hasta aproximadamente 30 m<sup>3</sup>/h a condiciones estándar de presión de salida de 50 KPa .

#### **4. 3.4 Válvula de control**

Se ha calculado una válvula de control para regular un caudal de 20 m<sup>3</sup>/h a condiciones estándares ( aproximadamente 18.6 m<sup>3</sup>/h a 7.46 KPaG.= 30 “H<sub>2</sub>O) 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 4.13 .Esta válvula es de característica intrinca 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.

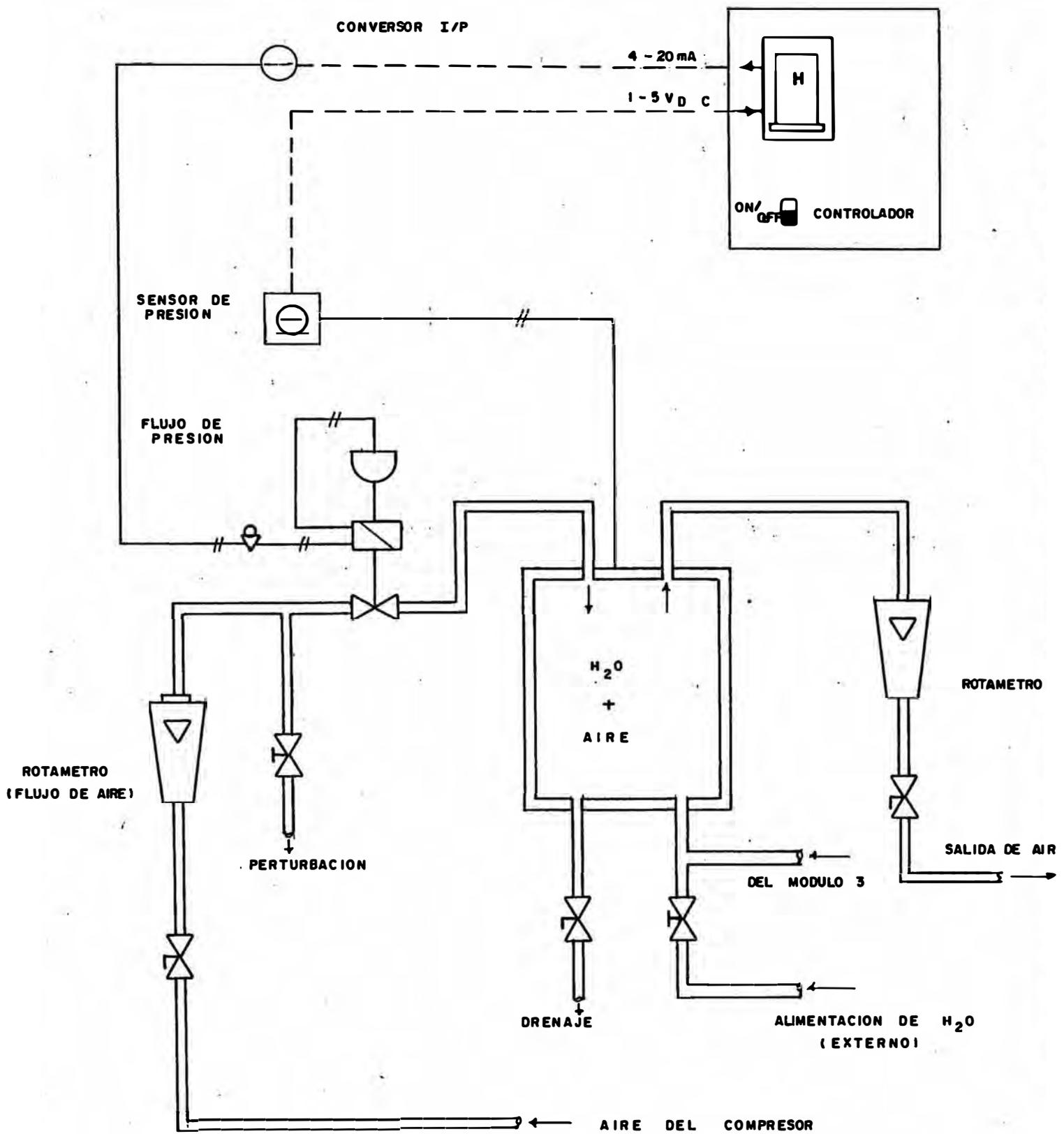
#### **4. 3.5. Rotámetros**

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 m<sup>3</sup>/h a presión y temperatura estándar ( 1atm, 0 °C) lo cual es equivalente a 42.0 m<sup>3</sup>/h a condiciones estándares de (1 atm y 15 °C).

#### **4.3.6 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

# MODULO 4 CONTROL DE PRESION



## **4.4 Planta modelo de control de temperatura**

### **4.4.1 Criterios**

Los criterios fundamentales a considerar son:

**a.- Funcionamiento normal:** Se desea que la 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.

### **4.4.2. 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).

### **4.4.3. Consideraciones sobre la potencia del calentador**

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

### **4.4.4. 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. 4.5 Válvula de control**

Para el dimensionamiento de la válvula de control y considerando las dimensiones de las válvulas 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.

#### **4.4.6 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. 4.7 Interruptores de nivel**

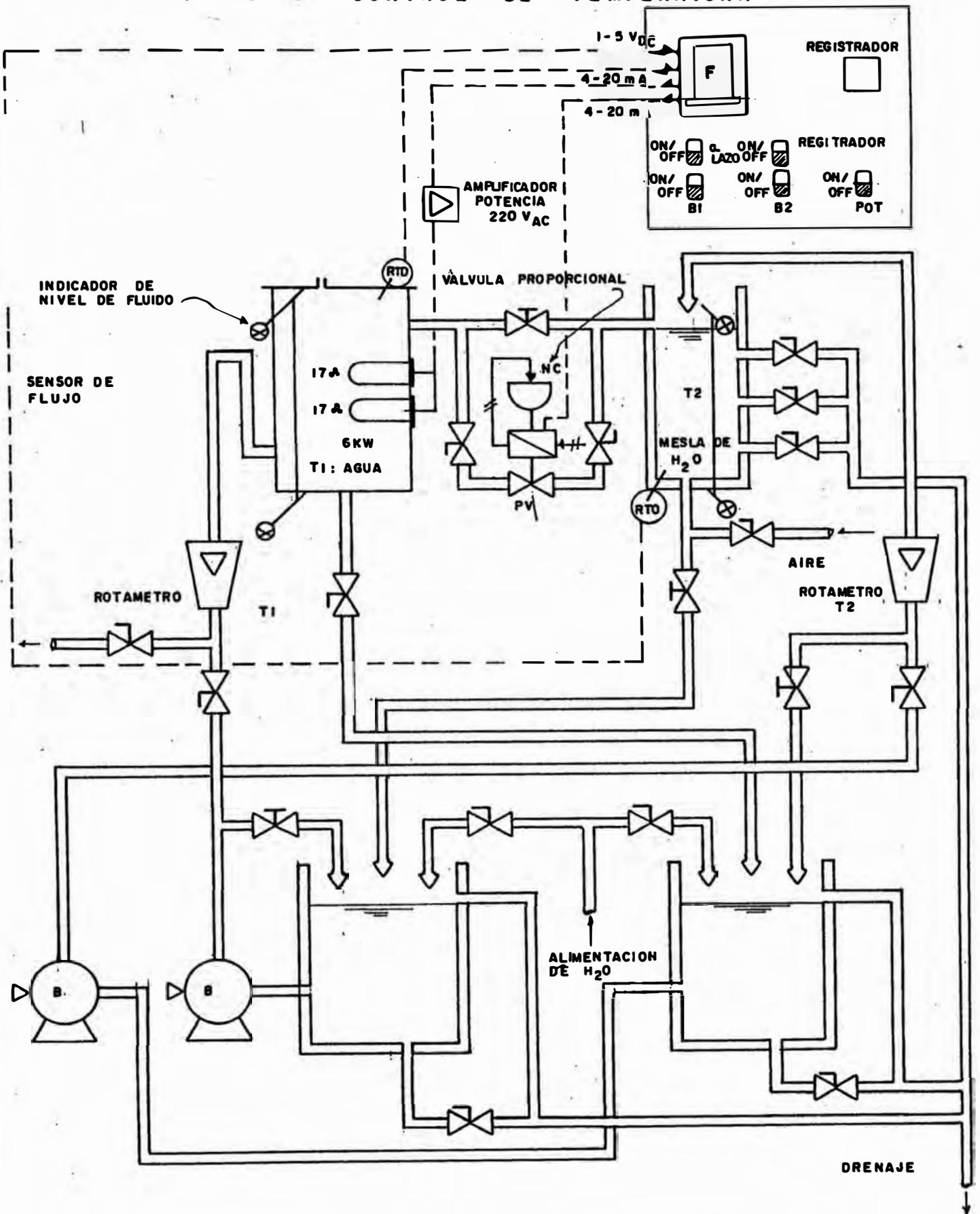
Se ha considerado también el uso de interruptores de nivel, tanto en el tanque de calentamiento como en el de medición. en el primer caso es necesario debido a que si no hubiese fluido las resistencias podrían quemarse y provocar incluso algún tipo de accidente; en el segundo caso es fundamentalmente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

#### **4.4.8 Consideraciones sobre bombas de alimentación**

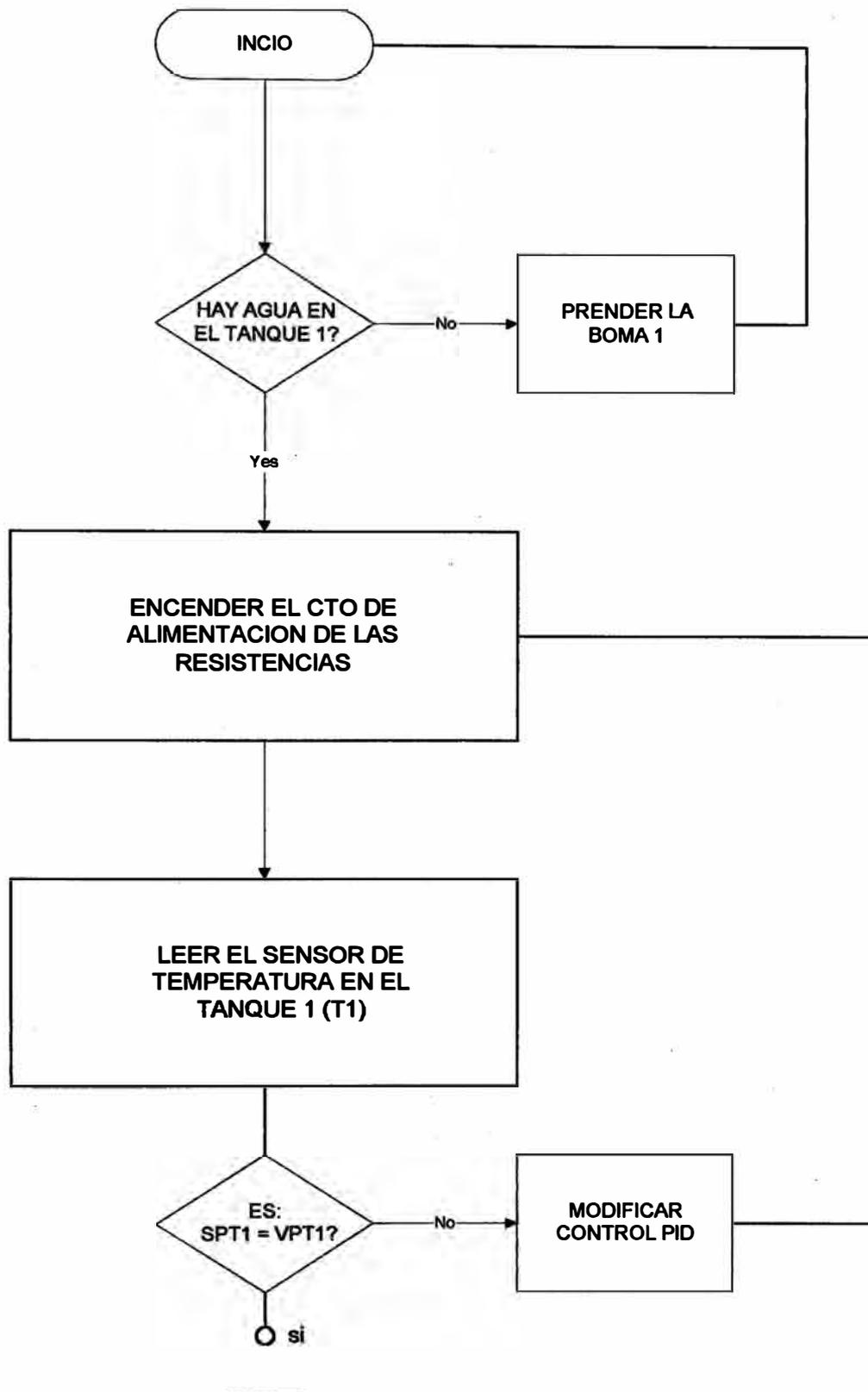
En la planta de calentamiento es necesario utilizar dos bombas de agua, uno para el circuito de calentamiento y otro para el circuito de enfriamiento.

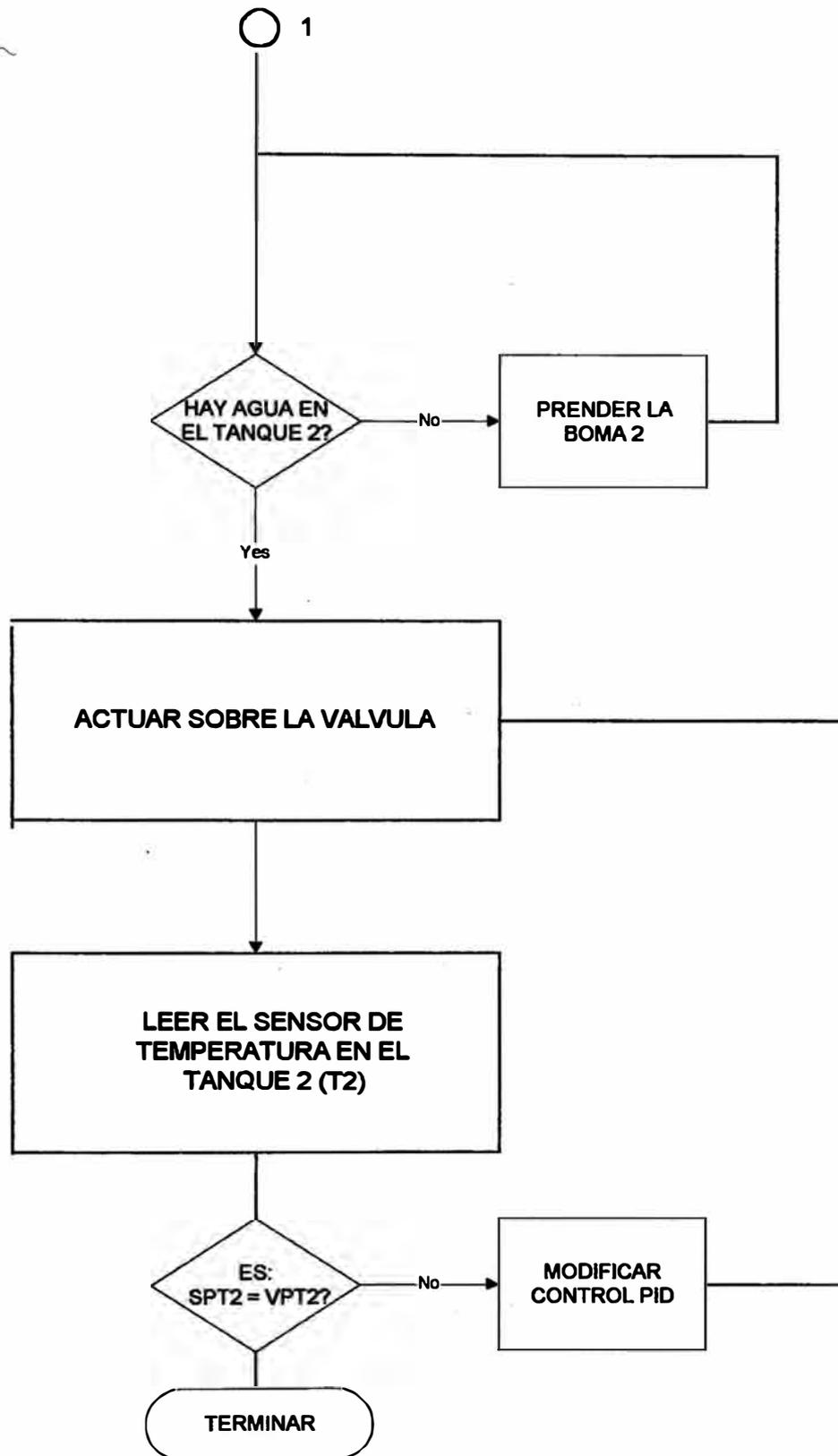
Se requieren de bombas de baja presión, de 400 a 500 KPa . A esta presión pueden manejar 1500 l/h

# MODULO 2 : CONTROL DE TEMPERATURA



## DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA EN LA MEZCLA





## **4.5 Controladores logicos programables**

### **4.5.1 Partes de un plc**

#### **4.5.2 Todos los PLC's típicos constan de las siguientes partes:**

- a.- Fuente de poder:** Convierte la fuente de poder o tensión alterna en una señal continua para la operación de los circuitos del procesador y las secciones de entrada y salida.
- b.- Sección de entrada:** Es la interfaz entre el procesador y los dispositivos conectados como entrada, es decir adapta las señales provenientes de los sensores.
- c.- Sección de salida:** Es la interfaz entre el procesador y los dispositivos conectados como salida, es decir adapta las señales que se envían a los actuadores.
- d.-Procesador:** Corresponde al cerebro del sistema, esta toma las decisiones y la transferencia de la información.

Los PLC's contienen LED's indicadores que muestran el estado de cada punto de entrada/salida.

Existen LED's de "diagnóstico" en el frente de cada procesador, que indican las siguientes características:

**Power:** Cuando esta se ilumina, indica que la fuente de alimentación está energizada.

**Run :** Indica que el procesador está en modo RUN, es decir esta ejecutando el programa de control.

**CPU Fault:** Parpadea cuando se energiza por primera vez para indicar que no ha sido configurado. También parpadea cuando detecta una falla .

**Battery Low:** Alerta cuando el nivel de voltaje de la batería esta baja, en este caso se tiene que cambiar la batería para no perder la información.

#### **4.5.2 Unidad centralde procesos (UCP)**

La UCP es el componente principal de un PLC, este contiene uno o más microprocesadores para controlar el PLC

La unidad central de procesos maneja también la comunicación e interacción con las otras partes del sistema. La UCP contiene el mismo tipo de procesador que podríamos encontrar en un microcomputador.

La diferencia esta en que el programa que es usado con el microprocesador esta escrito para la secuencia lógica (tipo ladder ó Grafcet ) y da las señales de salida apropiadas.

#### **4.5.3.- Memoria**

La memoria de un PLC esta dividida en bloques que tienen funciones específicas.

Algunos bloques de la memoria son usados para almacenar el estado de las entradas y salidas (I/O) ; estos normalmente son llamados tablas imágenes lógicas.

El estado del “mundo real” de una entrada es almacenado como un “1” ó “0” en un bit de la memoria.

Otro bloques de la memoria son usados para almacenar los contenidos de las variables que son usados en programas del usuario, por ejemplo un valor de un contador, será almacenado en esta parte de la memoria ; así mismo es también reservada para áreas de trabajo.

#### **4.5.4 Unidad de entrada**

La unidad de entrada del PLC realiza dos tareas importantes.

Esta toma las entradas desde el mundo real y protege el CPU del mundo real.

Las entradas pueden efectuarse a través de cualquier dispositivo. El módulo (unidad) de entrada convierte el nivel lógico requerido por el UCP.

Los dispositivos de entrada más comunes son los interruptores, botoneras de start/stop, sensores, robots, computadores y hasta otro PLC puede actuar como entrada par un PLC.

#### **4.5.5 Unidad de salida**

La unidad de salida de un PLC provee la conexión a los dispositivos de salida del mundo real los que pueden ser arrancadores, contactores ,lámparas, válvulas, bobinas, etc.

La unidad de salida puede manejar voltajes de corriente continua (DC) ó corriente alterna (AC).

Las unidades de entrada pueden trabajar con varias configuraciones de salida ; existen módulos de 8,16 y 32 salidas. Los módulos con más de 8 salidas son llamados módulos de alta densidad

#### **4.5.6 Software de empleo**

En el presente módulo decidimos el empleo de los PLC de Marca Allen Bradley , el que es controlado desde una computadora personal compatible con IBM, en el cual se ha instalado el software con que se realiza la programación (diagrama Ladder) del PLC.

El software empleado es el APS Advanced Programming Software que necesita para su programación:

- 640 KB de RAM (memoria expandida ó extendida recomendable, pero no necesariamente).
- 2.5 MB de espacio en disco duro.
- DOS versión 3.1 ó mayor.
- Interfase de impresora paralela o serial
- Módulo de interfase 1745 (DH-485) para la comunicación entre la PC y el PLC.
- El archivo CONFIG.SYS deberá contener : FILES=30, BUFFERS= 30

#### **4.5.7 Criterios básicos para la selección de un plc**

En la primera parte de este trabajo se han señalado algunas de las características de los PLC, por tanto en esta sección definiremos las características que deben tenerse en cuenta para seleccionar un PLC, como parte de un sistema automático.

Para la determinación de usar una u otra marca de PLC se podrá tomar en cuenta algunos de los siguientes criterios:

##### **a.- Suministro de energía disponible:**

La determinación de este parámetro depende del tipo de suministro con que se cuente; por lo general los PLC's cuentan con entradas para la alimentación en AC y DC, en términos generales en el rango de 110-127-220-249 VAC; 50-60 HZ y en 24 y 48 VDC.

##### **b.- Lenguaje de Programación:**

Cada modelo de PLC está orientado a uno o más lenguajes de programación.

Diagrama de relés (programación LADDER) o programación en GRAFCET ; de modo que la decisión dependerá del de la que mejor se ajuste a la aplicación concreta que se de al PLC.

**c.- Número de entradas y salidas:**

En el mercado se cuenta con PLC's de diversos tamaños de modo que la selección del número de E/S dependerá también de la aplicación concreta que se le de a este.

Sin embargo se debe tener el criterio de dejar algunas más para futuras modificaciones.

**d.- Tipo de entrada y salidas:**

Generalmente las entradas y salidas controladas por los PLC son del tipo digital; pero si en el proceso se tiene una señal de tipo analógica se debe considerar esto como un parámetro más en la selección de un PLC.

**e.- Capacidad de memoria**

Necesaria para la realización de un programa, dejando también un margen de memoria libre.

**f.- Instrucciones**

Que simplifiquen la labor de programación y utilicen menos memoria.

**g.-Comunicación**

Si se va ha considerar la comunión entre los PLC's y PLC's y otros equipos se debe tener en cuenta también, las características de los estándares de comunicación, los cuales en forma resumida son las siguientes

**Características del RS232**

- Distancia máxima de uso 15 metros.

↪ Velocidades menores de 19200 baudios (generalmente 9600).

- Es susceptible al ruido; debido a que no usa un protocolo específico y además el uso de los cables no blindados.

- Generalmente es usados para comunicar instrumentos de medición.

#### Características del RS423

- Distancia 1200 metros.

- Velocidad 100 Kbaudios (compatible con el RS232)

- Tienen un solo canal común.

#### Características del RS485

- Distancia a 1200 metros.

- Es un protocolo bueno a 10 Mbaudios.

- Son casi inmunes al ruido (debido a que poseen comunes separados)

### 4.5.8 Ventajas del automatismo con los PLC's

Como se menciono anteriormente el automatismo con PLC's presentan algunas ventajas de carácter técnico y económico frente a; automatismo de tipo clásico (automatismo con lógica de relees).

En los métodos tradicionales de control industrial de un proceso o máquina, los dispositivos o sensores se alambran a un panel de control en el cual existe una lógica de control alambrado en base a relés o dispositivos de estado sólido, Esta lógica controla la acción de los "actuadores", los cuales a su vez manejan las variables del proceso ó máquinas.

En cambio el PLC es un dispositivo de control de estado sólido, con el que se pueden desarrollar las mismas ( o más) funciones de automatización que con los elementos tradicionales, que pueden ser relés, temporizadores, secuenciadores, etc.

Del mismo modo que en los controles clásicos los sensores se alambran a los paneles, para así proporcionar el estado de las variables a controlar y de allí nuevamente se generan las señales de control hacia los actuadores. Sin embargo en lugar de relees; temporizadores, secuenciadores, etc.; se tiene un PLC en el panel de control, y la lógica de control se consigue generando un programa en el PLC. De modo que así se tiene una “ lógica programada “ en lugar de una “ lógica de relés “ con lo que se logra una gran flexibilidad, pues las modificaciones al control implican solo modificaciones en el programa.

Por otro lado se puede decir que el uso de los controladores lógicos programables es más eficaz cuando se trata de implementar controles de gran tamaño y/o complejidad donde sean necesarios el uso de numerosos elementos electromecánicos (relés, temporizadores,etc), que serán reemplazados por el PLC.

En este caso la lógica con los PLC no solo permite reducir el tamaño de los tableros sino que permite además efectuar operaciones de almacenamiento y tratamientos matemáticos de las funciones efectuadas en el proceso, pudiendo estas ser archivadas en la memoria de un computadora.

De los PLC ´s podemos decir además que son elementos que prácticamente no requieren de mantenimiento , por tratarse de equipos que no poseen partes móviles, ni elementos que estén sujetos a altas tensiones de trabajo.

## **CONCLUSIONES**

1.-EL objetivo del trabajo es la de implementar un Laboratorio de control de procesos dondes se deberia utilizar los equipos que normalmente utilizar los equipos que normalmente se encuentran en una industria, se pudieran efectuar prácticas y pruebas de los procesos.

En este sentido.se ha implementado módulos con PLC's los cuales pueden ser usados con contactores y válvulas y cilindros neumáticos par efectuar las prácticas de programación secuencial (Ladder) utilizando las entradas y salidas tipo digital y también se pueden hacer programas para usar las salidas y entradas analógicas; para lo cual se hacen uso de los módulos de presión, temperatura, caudal o nivel.

2.- Se ha podido implementar sistemas de ensayos y pruebas de laboratorio de sistemas de control automático utilizando para dicho efecto, los mismos equipos que se encontrarían en cualquier empresa que tenga en su proceso de producción sistemas automáticos.

3.- Luego de las pruebas efectuadas, se ha concluido que es muy necesario usar los cables blindados y un sistema de “pueta a tierra” con valores adecuados ( 5 a 7 Ohms) para todo el sistema de instrumentación.



## **ANEXO A**

### **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 por 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.

## ANEXO B

### PROCEDIMIENTO DE PROGRAMACION PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA CON EL PLC

La programación de los módulos analógicos en los PLC's se efectúa realizando una representación de los valores que se obtienen de los transductores, de las magnitudes que se están controlando, tales como la temperatura, presión, etc.

A esta representación se le denomina escalamiento; es decir representar mediante una escala de valores las imágenes de las magnitudes a controlar.

Es así que en los programas elaborados en Ladder con el SCL 500 de Allen Braddley donde se utilizan las funciones SCL debemos efectuar este escalamiento, el cual nos permitirá representar en una recta con valores decimales las corrientes o voltajes tomados desde los transmisores tales como las termocuplas o los RTD's que se encuentran en el proceso; como ejemplo de esto presentamos los valores obtenidos para el programa del control de temperatura de una mezcla.

Suponemos que la mezcla se mantendrá en 50 oC; para lo cual se mezclan agua caliente que se encontrará entre 65 y 70 oC con agua fría.

El escalamiento, es decir el número decimal que representará estos valores se calcula de la siguiente manera:

$$m = \text{pendiente de la recta} = \frac{200 - 0}{16384 - 3277} = \frac{200}{13107}$$

$$\text{offset} = 0 - (3277 \times \frac{200}{13107}) = - 50$$

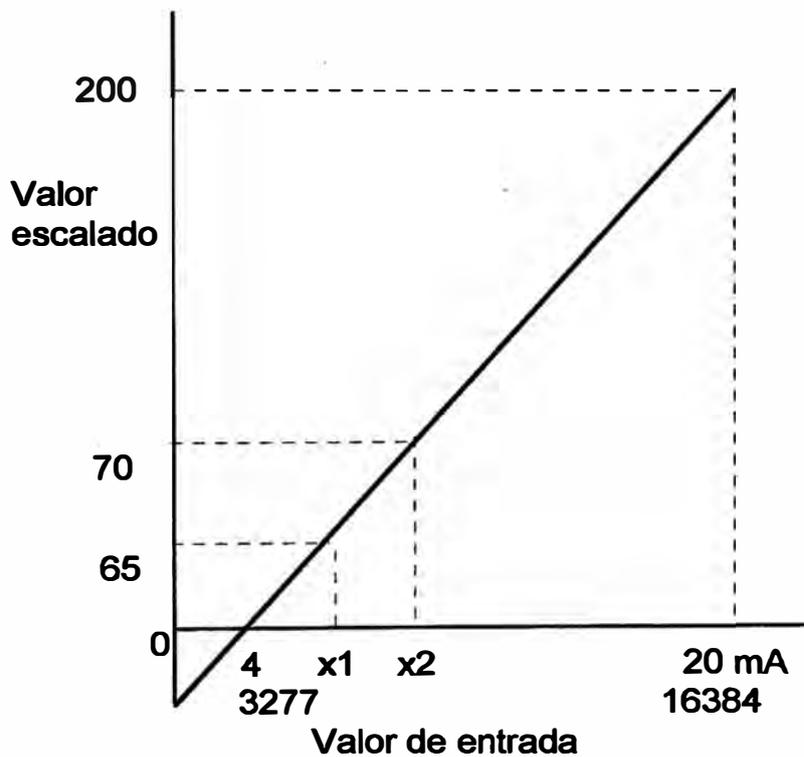
Para:

$$x1 = (65 - 0) / (200 / 13107) = 4259$$

$$x2 = (70 - 0) / (200 / 13107) = 4587$$

Los valores de  $x1$  y  $x2$  se calculan como: (valor en el eje "y" y  $-(\text{offset}/m)$ )

Para calcular los valores de escalamiento de las variables del proceso (VP) y las de las variables de control (VC) se procede de una manera similar al anterior, teniendo en cuenta el tipo de módulo analógico que se está usando; de acuerdo a las características indicadas por el fabricante de estos módulos.



**Programa para el control de temperatura:**

A continuación se muestra a modo de ejemplo se da las instrucciones de la programación en “Ladder” del PLC para el control de la temperatura de la mezcla en condiciones particulares.

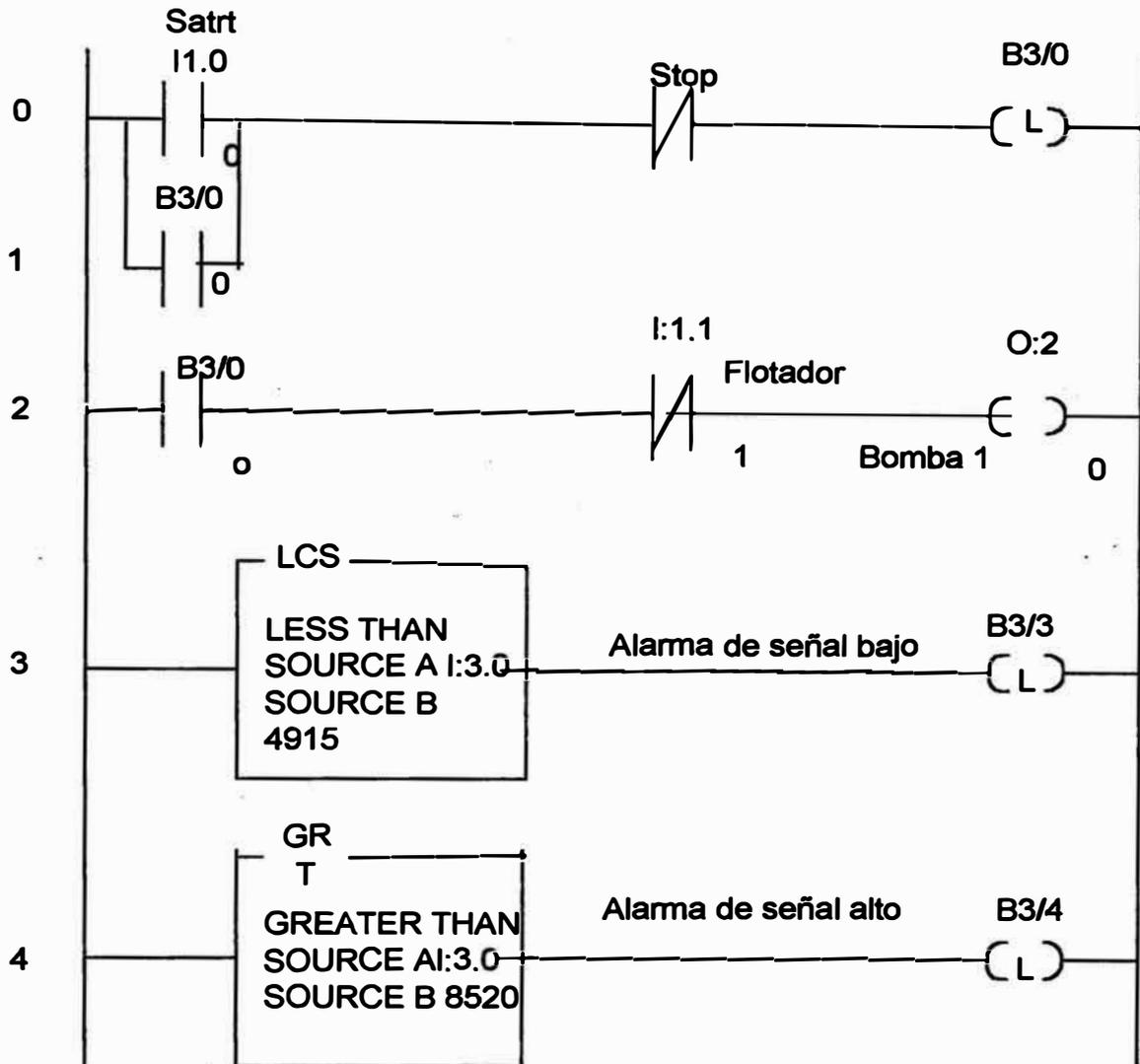
Para la implementación de este programa se uso el SCL 500 de Allen Bradley y los siguientes slots de entradas y salidas:

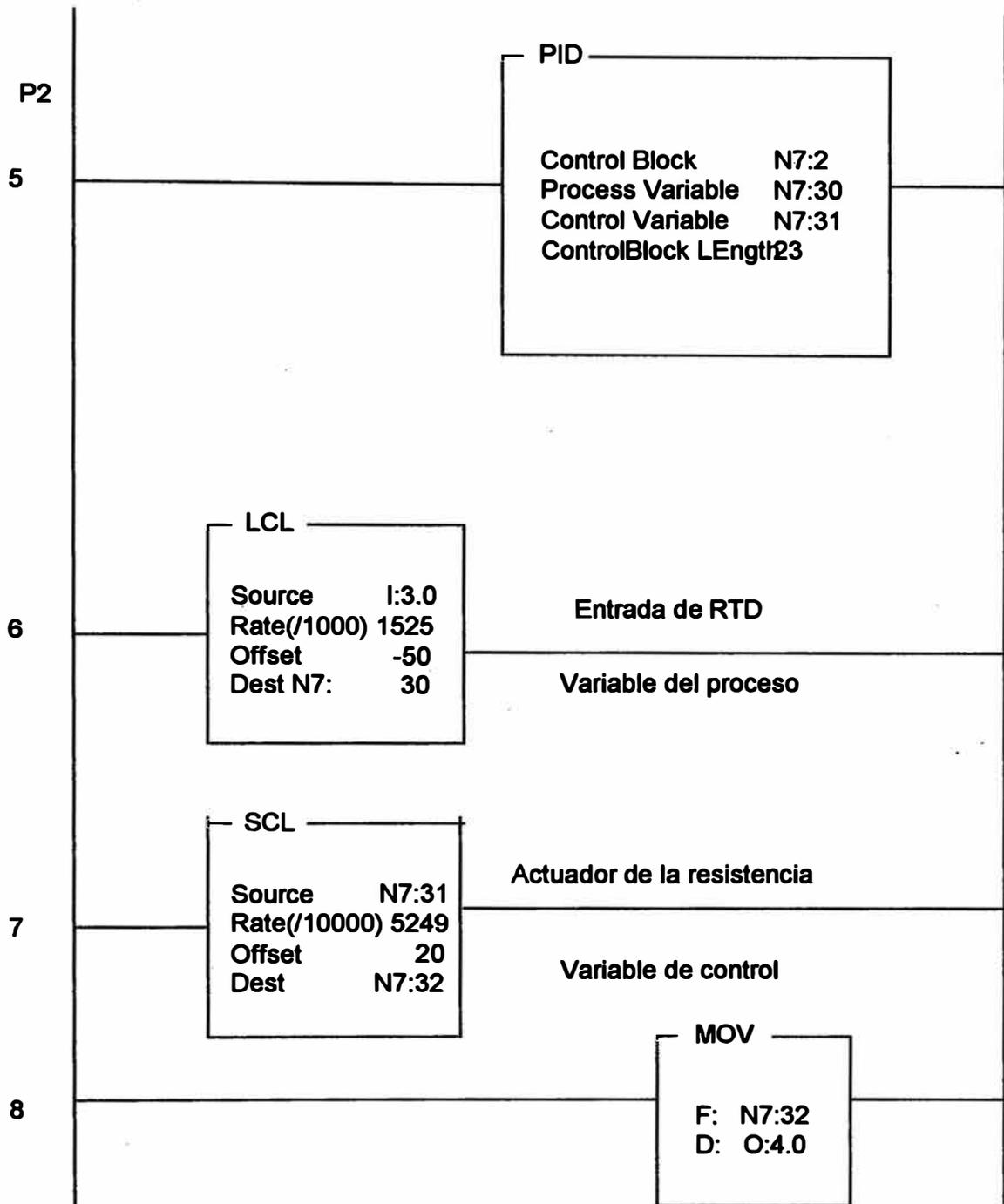
Entradas analógicas: 1746-IB16

Salidas analógicas: 1746-OB16

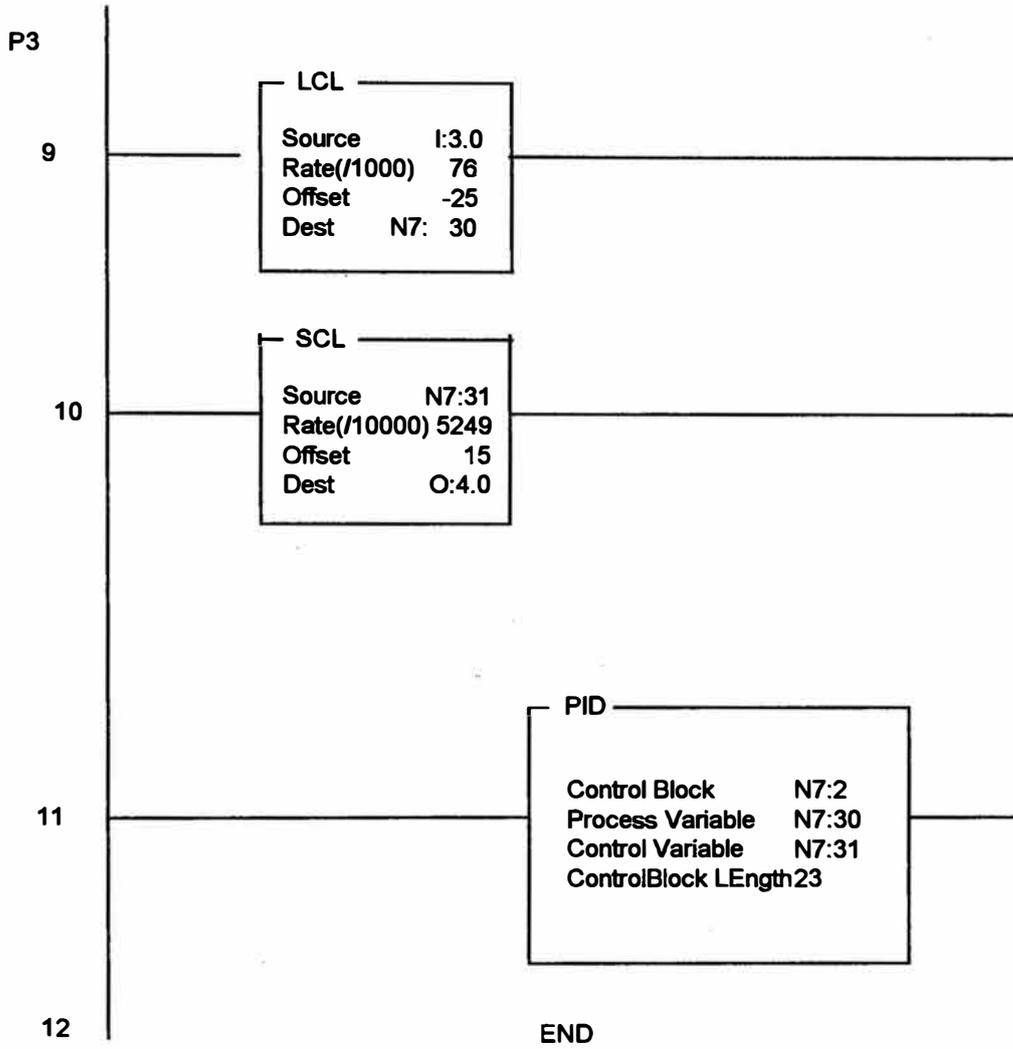
Entradas digitales : 1746-NI4

Salidas digitales : 1746- OW16





Control de temperatura de la mezcla



**ANEXO C****DETALLES Y COSTOS DE EQUIPOS****PLANTA MODELO DE CONTROL NIVEL****Item 1. 1 Medidor de nivel**

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

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

**Item 1.2 : Válvula de control**

**Válvula de control de flujo con posicionador incorporado**

<b>Marca</b>	Cashco
<b>Modelo</b>	Ranger QCT
<b>Tipo</b>	asiento esférico
<b>Conexión</b>	1" tipo wafer
<b>Presión</b>	ANSI B16.34 clase 150 lb
<b>Temperatura</b>	de -320 a 450 F
<b>Cuerpo</b>	hierro dúctil
<b>Sellos</b>	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	2131
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 <u>semanas</u>

**Item 1.4. Rotámetro****Medidor de flujo tipo rotámetro (área variable) con salida de alarma**

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

## Transmisor de presión manométrica

**Opción A****Transmisor de presión de rango bajo**

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

<b>Alimentación</b>	11 a 45VDC
<b>Protección</b>	IEC IP67 y NEMA 4X Filtro RFI incorporado
<b>PRECIO EX'FABRICA</b>	FF3438.50
<b>PLAZO DE EMBARQUE</b>	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

<b>Span</b>	mínimo 640 Pa
	máximo 6.4 kPa
<b>Salida</b>	4-20 mA con protocolo HART digital LCD cuatro dígitos escala de lectura directa
<b>Configuración cero y span vía botones en instrumento o vía configuración manual opcional.</b>	
<b>PRECIO EX-FABRICA</b>	FF 4875.00
<b>PLAZO DE EMBARQUE</b>	6 semanas

**Item 1.2: Válvulas de control**

**Válvula de control de presión con posicionador incorporado**

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

**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.

<b>Marca</b>	<b>Brandt (cashco)</b>
--------------	------------------------

Modelo	2131
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 GmbH
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	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: Transmisión de temperatura de tanque de medición**

Termoresistencia (RTD) de tres hilos Pt100

Marca	Thermoelectric
Tipo	Pt 100 ohmios
Coefficiente	0.00385 ohmio/ohm/C
Conexiones eléctricas.	3 hilos
Funda	acero inoxidable 316
Cable	aislamiento de teflón

<b>Longitud</b>	20 cm (para tanque de 40 cm de diámetro)
<b>Diámetro</b>	1/4"
<b>Fitting</b>	1/2" NPT de dos lados
<b>Cabezal</b>	aluminio con espacio para transmisores pequeños c conexión 1/2 NPT
<b>Transmisor</b>	E-2657R provisto en cabezal
	Rango 0-200 °C
<b>Salida</b>	4-20 mA dos hilos
	alimentación 10 a 36 VDC
<b>PRECIO EX-FABRICA</b>	\$392
<b>PLAZO DE EMBARQUE</b>	4 A 8 semanas

**Item2 Termocupla para tanque de calentamiento termocupla tipo J**

<b>Marca</b>	Thermoelectric
<b>Tipo</b>	J (hierro- constantán)
<b>Funda</b>	aceroinox.316
<b>Longitud</b>	20 cm (para tanque de 40 cm de diámetro)
<b>Diámetro de varilla</b>	¼"
<b>Fitting</b>	½" NPT de dos lados
<b>Cabezal</b>	aluminio con espacio para transmisores pequeños c conexión ½ " NPT
<b>PRECIO EX-FABRICA</b>	\$ 76
<b>PLAZO DE EMBARQUE</b>	4 a 6 semanas

**Item 3 Controlador de temperatura**

**Controlador de temperatura PID con indicación digital**

<b>Marca</b>	<b>Thermoelectric</b>
<b>Modelo</b>	<b>Tempstar IV</b>
<b>Entrada</b>	<b>Termocupla tipo J,K,,TE,R,S,B,N</b>
<b>Salida</b>	<b>4 - 20 mA</b>
<b>Alimentación</b>	<b>220 VAC</b>
<b>Funciones</b>	<b>control PID u on/off</b>
	<b>auto/manual</b>
	<b>rampas de temperatura</b>
	<b>alarmas</b>
	<b>sintonía auto/adaptiva</b>
<b>PRECIO EX-FABRICA</b>	<b>\$ 880</b>

<b>PLAZO DE ENTREGA</b>	<b>4 a 6 semanas</b>

#### **Item 4 Regulador de potencia**

##### **Regulador de potencia monofásico**

<b>Marca</b>	<b>Thermoelectric</b>
<b>Tipo</b>	<b>monofásico interrupción a voltaje cero</b>
<b>Alimentación</b>	<b>220 VAC</b>
<b>Señal de entrada</b>	<b>4 - 20 mA</b>
<b>Salida</b>	<b>0- 100% de alimentación</b>
<b>Control manual</b>	<b>0- 100% de rango</b>
<b>Base de tiempo</b>	<b>1 segundo</b>
<b>Protección</b>	<b>cuerpo de paneles abierto</b>
<b>PRECIO EX-FABRICA</b>	<b>\$ 520</b>
<b>PLAZO DE ENTREGA</b>	<b>4 a 6 semanas</b>

#### **Item 5 Válvulas de control de entrada de agua caliente**

##### **a- válvula de control electromeumática de temperatura**

<b>Marca</b>	<b>Cashco</b>
<b>Modelo</b>	<b>2266- 12</b>
<b>Tipo</b>	<b>globo</b>
<b>Acción</b>	<b>normalmente cerrada</b>

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

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

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

### Item 7 Rotámetros

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

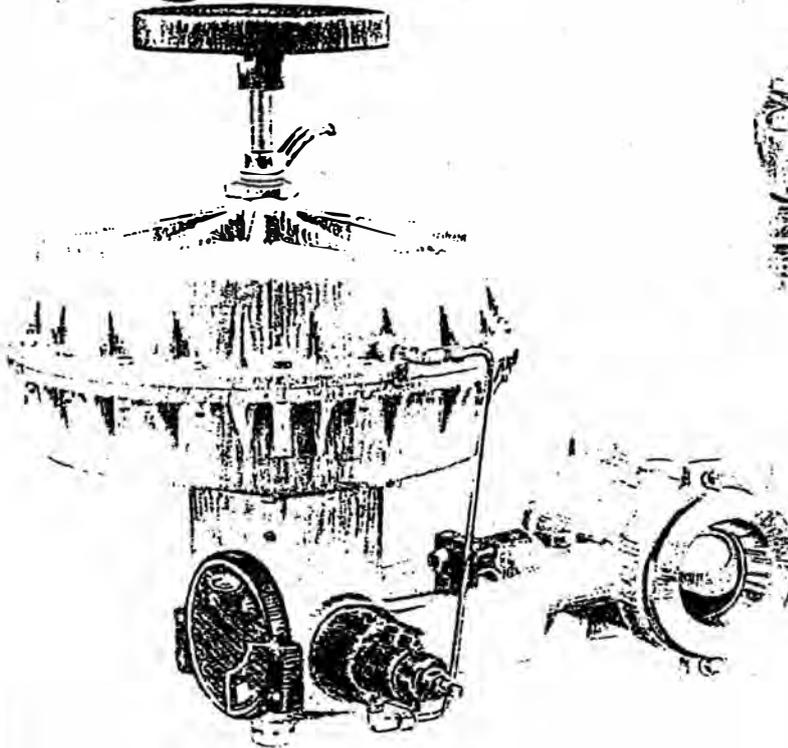
<b>Marca</b>	Fischer & Porter Gmb
<b>Modelo</b>	10A1197
<b>Conexiones</b>	1" roscadas
<b>Largo escala</b>	250 mm
<b>Precisión</b>	clase 1.6
<b>Materiales</b>	extremos de bronce, cuerpo de acero
<b>Flotador</b>	acero inoxidable 1. 43D1
<b>Caudal</b>	máximo 2497 l/h hasta 3900 l/h con cambio de flotador
<b>Alarmas</b>	máximo caudal. ajustable, contacto 10VA,48V,
<b>Protección</b>	IP65
<b>Escala</b>	0-100%
<b>PRECIO EX-FABRICA</b>	DM 500.00



**INGENIERIA  
TERMODINAMICA S.A.**  
Av. Javier Prado Este 2950 - San Barja Lima 41 Perú  
Apartado (P.O. Box) 6014 Lima 100  
Telfs.: 379603 - 379608 - 379619 Fax 365320



# Control Valves and Regulators



CASHCO, INC.  
P.O. Box 6  
Hwy. 140 West  
Ellsworth, KS 67439-0006  
Ph: (913) 472-4461  
Fax: (913) 472-3539  
Telex: 417392

CASCHO CANADA, INC.  
Unit 31, 212 Wycroft Rd.  
Oakville, Ontario  
Canada L6K 3T9  
Ph: (416) 842-4720  
Fax: (416) 842-2430  
Telex: 38906982426

*"We simply make it right."*

# Rotary Control Valves

## Ranger QCT®

A universal rotary control valve to handle the majority of applications without any modifications. The standard unit has Quick Change Trim, dual metal and TFE seal rings, ANSI B16.104 Class VI shutoff, a spring diaphragm actuator that handles most throttling applications without a positioner, and an auxiliary handwheel. Inherent characteristic - linear.

### Size/Maximum Cv:

Size	1"	1-1/2"	2"	3"	4"	6"
Cv	14	25	71	170	325	755

Rating: ANSI Class 600; steel and SST  
ANSI Class 300; ductile iron

End Connections: Flangeless for installation between ANSI Class 150, 300 or 600 raised face flanges.

### Materials:

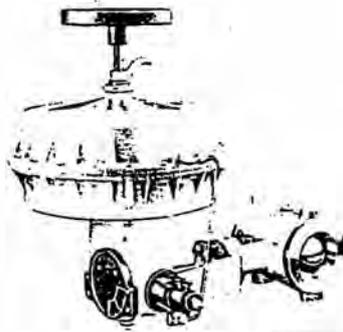
Body	Seals	Plug
Steel	Inconel X-750	17-4PH
Ductile Iron	and TFE	Chrome Plated
316 SST		

Alternate Chem Trim: Nitronics 50 stem; Stellite bearings, Inconel 625 seal ring; plug similar to Hastelloy C, chrome or nickel plated. Suitable for NACE service.

Temperature Range: -320° to +750°F

Shutoff: ANSI B16.104 Class VI with TFE; above 450°F or without TFE, Class IV.

Available Options: Low noise insert, 0.2, 0.4, 0.6 reduced trim, anti-cavitation trim, abrasion sleeve, pneumatic or electro-pneumatic positioners, position switch, line bolting. Kel-F soft seal ring in-lieu of TFE.



Ranger QCT

## Premier EZO

An elastomer lined butterfly valve for throttling service. Premier EZO incorporates a unique liner design that permits easy opening, which minimizes the "pop-open" flow surge common to most soft-seat butterfly valves. Will handle water, oils, gases and other mildly corrosive fluids. Inherent characteristic - equal %.

### Size/Maximum Cv's:

Size	3"	4"	6"	8"	10"	12"
Cv	179	522	1021	2590	3815	7810

Rating: ANSI 125, 150 and 300#

End Connections: Flangeless; mount between weld neck flanges.

### Materials:

Body	Liner	Stem	Disc
Iron	Buna-N	17-4PH	316 SST
Steel	EPDM	316 SST	316 SST

Maximum Pressure Drop: 150 psig

Shutoff: ANSI B16.104, Class VI

### Temperature Range:

Buna N Liner	+10 to +180°F
EPDM Liner	-20 to +300°F

Available Options: Pneumatic or electro-pneumatic positioners, handwheel, position switches or solenoid.

## Premier - Unlined

A seatless unlined butterfly applied in moderately high temperatures and where tight shutoff is not required. Will handle steam, water, oils, gases and other mildly corrosive fluids. Inherent characteristic - equal %.

### Size/Maximum Cv's:

Size	3"	4"	6"	8"	10"	12"
Cv	243	670	1345	3459	4406	8455

Rating: ANSI 125, 150 & 300#

End Connections: Flangeless

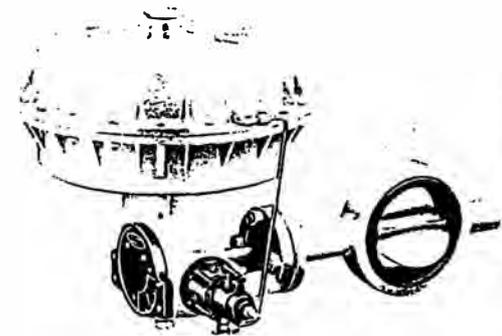
Materials:	Body	Stem	Disc
	Iron	17-4PH	316 SST
	Steel	316 SST	316 SST

Maximum Pressure Drop: 300 psid

Shutoff: 1% of maximum Cv

Temperature Range: Iron - -20 to +450°F  
Steel - -20 to +500°F  
SST - -320 to +500°F

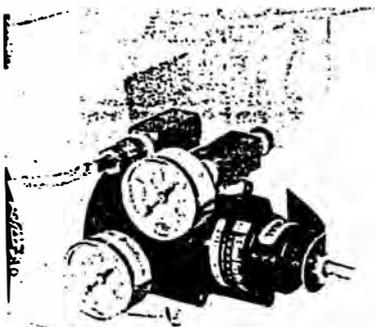
Available Options: Pneumatic or electro-pneumatic positioners, handwheel, position switches or solenoid.



Premier EZO

## 9000R Positioner (P/P)

Standard side-mounted pneumatic positioner for rotary control valves. Uses cam to characterize as linear or equal%. Gauges are standard. Simple, only requires a zero adjustment.



9000R Positioner

## Rotary Positioners



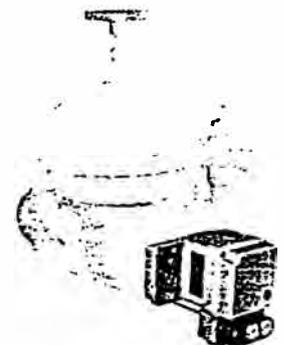
9540R Positioner

## 9540R Positioner (P/P)

Alternate pneumatic positioner to standard 9000R. Includes linear positioner 9540L (see pg. 4) mounted on a rotary baseplate with high visibility position indicator. Mounting is shaft-end. Equal % or linear cams.

## 9520R Positioner (I/P)

Intrinsically safe, FM approved, electro-pneumatic positioner, which includes linear positioner 9520L (see pg. 4) mounted on a rotary baseplate with high visibility position indicator. Mounting is shaft-end. Equal % or linear cams.



9520R Positioner

# Pneumatic Control Valves—Linear



Model 521 TFE

## Models 520 & 521

Valve bodies are constructed of a solid piece of high density TFE that provides a "unibody" construction. A SST body shell provides structural integrity. Available in two designs - "520" with an angle body configuration, and "521" with a globe (straight) body. All wetted parts are of TFE. Includes a TFE bellows stem seal and replaceable plug.

Sizes: 1/2", 1" and 2"

End Connections: 150# flanged

Pressure-Temperature Ratings: 275 psig @ 0-55°F; 150 psig @ 180°F; 50 psig @ 280°F.

Bellows Design Life: 100,000 full cycles

Maximum Cv: Up to 50; smallest/full port

Model	1/2"	1"	2"
"520"	.10	.10	1.0
	4.0	16.0	50.0
"521"	.10	.10	1.0
	2.5	10.0	40.0

Actuators: 30, 50 or 110 in<sup>2</sup>;  
3-15 or 6-30 psig bench range

Available Options: Pneumatic and electro-pneumatic positioners, alternate stem materials, limit switches and manual handwheel.



Model 520 TFE

## Models 680 & 685

A globe-style control valve fabricated from bar-stock material. Available in 2-way Model 680, or 3-way Model 685 body design. Will handle general service fluids plus many chemicals.

Sizes: 1/4", 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1-1/2" and 2"

End Connections: Standard - NPT  
Optional - Flanged 150#, 300#, 600#

Materials: Body      Trim      Seat  
Steel      SST      Metal  
316 SST           TFE

Max. Working Pressure: 1/4"-1" - 1000 psig;  
1-1/2" & 2" - 600 psig.

Maximum Cv: Up to 34  
.063 - .63 - Model 680 only

1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/2"	2"
.063	.063	.063	2.5	4.0	10	15
1.6	2.5	4.0	6.3	7.5	19	34

Actuators: 30, 50 or 110 in<sup>2</sup> sizes;  
3-15 or 6-30 psig bench range



Model 680

## Model 964

An ANSI 300# valve designed with quick change, cage-type trim and field reversible fail-safe action. Will handle air, oil, gas, water, steam and many chemical applications.

Sizes: 3/4", 1", 1-1/2", 2" and 3"

End Connections: 3/4", 1", 1-1/2", 2" - NPT;  
1-1/2", 2", 3" - 125#, 250# integral flanges,  
OR 150#, 300# slip-on steel flanges.

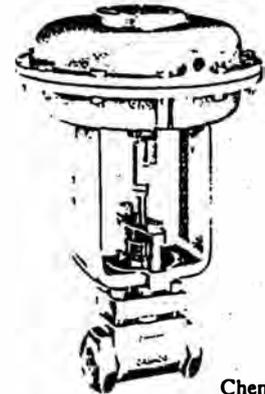
Cv: Up to 100; reduced port/full port

3/4"	1"	1-1/2"	2"	3"
4	4	12	24	50
7	10	22	48	100

Materials: Body      Trim      Valve Seat  
Iron      SST      Metal  
Steel           TFE  
316 SST

Actuator: 3-15 or 6-30 psig bench range

Available Options: TFE soft seat, pneumatic and electro-pneumatic positioners, cryogenic construction in SST bodies.



Chemical Valve

## Chemical Valve

A globe style valve with corrosion resistant trim and equivalent investment cast bodies. Alloys are 316 SST, Alloy 20, Monel 400/405 and Hastelloy C-276. Vinyl painted, ductile iron pneumatic actuator. The packing and all gaskets of TFE, no asbestos used. Stainless steel packing flange, studs and nuts. Pressure drops up to 1500 psi. Will handle majority of corrosive fluids.

Sizes: 1/2", 3/4" and 1"

Rating: ANSI Class 600

End Connections: NPT, SW and flangeless

Materials:

<u>Body</u>	<u>Trim</u>
316 SST (CF8M)	316 SST
Alloy 20 (CN7M)	Alloy 20
Monel (M-35-1)	Monel 400/405
Ni-MO-CR (CW-12MW)	Hastelloy C-276
Similar to Hastelloy C)	

Seat: Metal or TFE

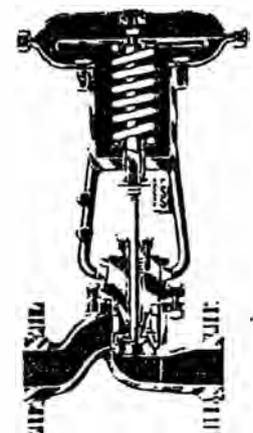
NOTE: Trims may be mixed.

Cv: Six sizes for metal seat 0.267 to 6.95;  
Three sizes for TFE seat 2.60 to 6.70

Temperature Range: -50° to 450°F

Shutoff: ANSI B16.104, Class IV or VI

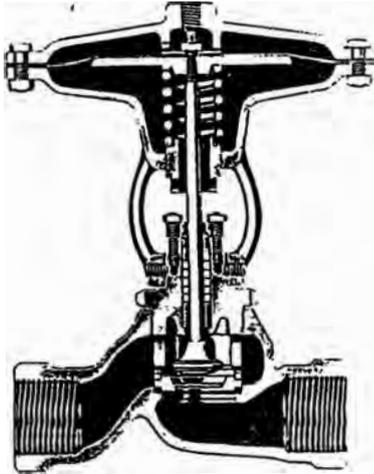
Available Options: Viscous service bonnet, stellite seating and guide bushing, top mounted handwheel. Positioners for 3-15 psig or 4-20 ma signals, position switch, line bolting.



Model 964



# Pneumatic Control Valves – Linear



Model 2266

## Model 2266

Brass body, for medium pressure applications. Field reversible fail-safe action and quick change trim. Applications include steam, water, gases and most fluids.

Sizes: 3/4", 1", 1-1/2" and 2" NPT

Cv: Up to 50; reduced port/full port

3/4"	1"	1-1/2"	2"
3.5	3.5	10	35
8.5	8.5	20	50

### Materials:

Body	Trim	Seat
Brass (All sizes)	SST	Metal
Iron (2" only)		TFE

Actuator: 3-15 or 6-30 psig signals

Available Options: TFE soft seat, pneumatic positioner, cryogenic construction.

## Models 580 & 585

A compact globe-style control valve fabricated from barstock material. Available in 2-way Model 580 or 3-way Model 585 body design. Will handle general service fluids plus many chemicals.

Sizes: 1/4", 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1-1/2" & 2"

End Connections: Standard – NPT  
Optional – Flanged 150#, 300#, 600#

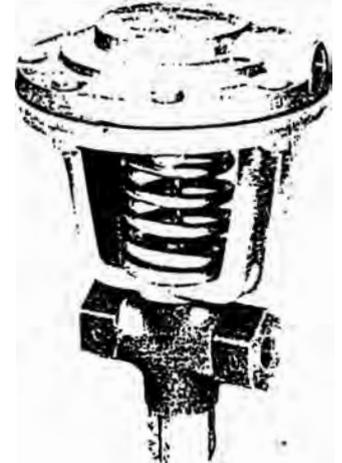
Max. Working Pressure: 1/4"-1" – 1000 psig;  
1-1/2" & 2" – 600 psig

Actuator: 3-15 or 6-30 psig bench range

Maximum Cv: 1.0 - 34 (All sizes);  
.063 - .63 (1/4", 3/8" or 1/2" sizes)

Materials:	Body	Trim	Seat
	Steel	SST	Metal
	SST		TFE

Available Options: Top mounted pneumatic positioner and extension bonnet.



Series 100

## Series 100

A compact, lightweight, bronze body valve used as ON-OFF, diverting, selecting or as pilot valve. Available in three models – Model 125, a 2-way ON-OFF valve; Model 135, a 3-way ON-OFF valve that allows atmospheric downstream venting of pipe line; and Model 145, a 3-way diverting valve to select pressurization/flow routes.

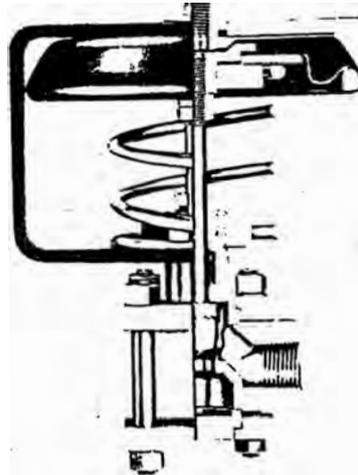
Sizes: 1/4", 3/8" and 1/2"

Maximum Pressure Rating: 300 psig

Maximum Temperature Rating: 180°F

Actuators: Direct or reverse

Seats: Neoprene



Model 580

# Linear Positioners

## 9540L Pneumatic Positioner (P/P)

A single acting, compact force-balance pneumatic positioner. Utilized to linearize the relationship between a valve's stem position and the system's control signal, and to precisely position the valve stem. Features include:

- Adjustable gain
- Non-interacting zero & span
- Adjustable stroking speed
- Simple field reversible action
- High capacity relay
- Built-in bypass
- Gauges – input and output
- Multiple split ranges
- Vibration immune

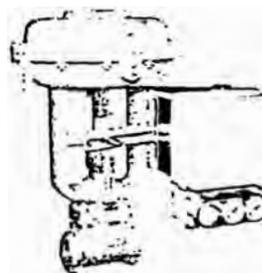


9540L Positioner

## 9520L Positioner (I/P)

A single acting, compact, force-balanced electro-pneumatic positioner. Used to linearize the relationship between a valve's stem position and the system's 4-20 mA control signal, and to precisely position the valve stem. Features include:

- Intrinsically safe, FM approved
- Adjustable gain
- Non-interacting zero and span
- Simple field reversible action
- High capacity relay
- Gauge block with gauges – supply & output
- Vibration immune
- Multiple split ranges



9520L Positioner

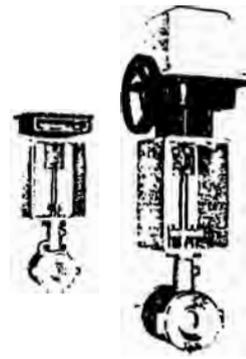


# Electric Control Valves—Rotary

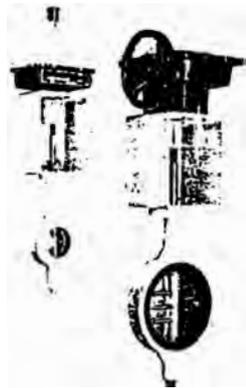
## Ranger QCT ®

Includes all the body features of the Ranger QCT ® control valve (see pg. 2). The standard electric actuator includes the following features:

- 4-20mA electronic positioner for throttling service
- NEMA 4, 7 & 9 enclosure
- Manual override
- Space heater with thermostat
- Two auxiliary position switches
- Mechanical brake on 1", 1-1/2" and 2" sizes
- Baked epoxy finish
- Top-mounted position indicator
- Duty cycle service;  
100% for 1", 1-1/2" and 2" sizes  
75% for 3", 4" and 6" sizes
- 115/60/1 power required



Ranger QCT



Premier and Premier EZO

## Premier and Premier EZO

Includes all the body features of the Premier EZO and Premier butterfly control valves (see pg. 2). The standard electric actuator includes the following features:

- 4-20mA electronic positioner for throttling service
- NEMA 4, 7 and 9 enclosure
- Manual override
- Space heater with thermostat
- Two auxiliary position switches
- Mechanical brake on 3" and 4" sizes
- Baked epoxy finish
- Top-mounted position indicator
- Duty cycle service;  
100% for 3" and 4" sizes  
75% for 6", 8", 10" and 12" sizes
- 115/60/1 power required

# Pneumatic Controllers

## 764P/PD Pressure Controller

A reliable pressure controller that produces a modulated output signal by a unique laminar flow restriction. It has both set point and proportional band adjustments.

Pressure Ranges: 30" HG Vac to 2,500 psig in six separate ranges.

Materials (Wetted):

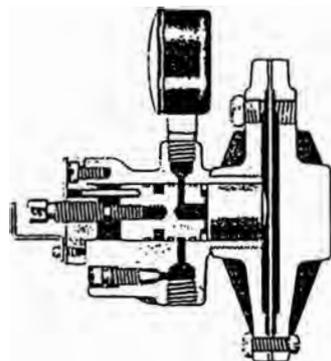
	<u>Std Const.</u>	<u>SST Const.</u>
Diaphragm	Be Cu	316 SST
Diaphragm Case		
Vac-150 psig	Cast Iron	316 SST
90-2500 psig	316 SST	316 SST

Output Signal: 3-15 psig

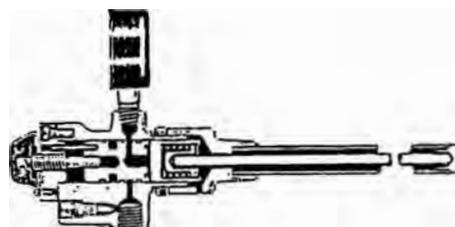
Action: Direct or reverse

Proportional Band: 3-20% (adjustable)

Available Variations: 764PD, a differential pressure controller for differential ranges of 1-30, 20-100 or 50-150 psi. The construction materials and operation are similar to the 764P. Maximum static operating pressure is 250-300 psig.



764P/PD Controller



764T Temperature Controller

## 764T Temperature Controller

This temperature controller produces a modulated signal for operating diaphragm control valves. Its pneumatic circuit is the same as the 764P.

Temperature Range: -70°F to +580°F (adjustable in six ranges)

Sensing Element: Bi-Metallic

Thermal Bulb Connection: 1/2" NPT

Materials (wetted): Brass or 316 SST

Maximum Static Pressure: 3,000 psig (without thermal well)

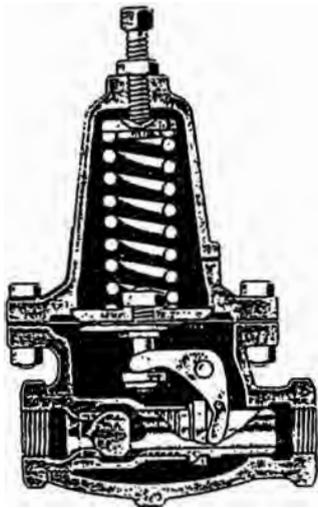
Output Signal: 3-15 psig

Action: Direct or reverse

Proportional Band: 6° to 32°F (adjustable)

Available Option: 764T-64, thermal well (separable socket) of brass or 316 SST construction; 3/4" NPT.

# Pressure Reducing Regulators



Model 1000HP

## Model 1000HP

High capacity regulator. Unmatched rangeability due to flow-to-open design. High sensitivity. An outstanding general purpose industrial or process regulator that can handle steam, air, oil, gas, water and chemical applications.

Sizes: 1/2", 3/4", 1", 1-1/4", 1-1/2" and 2"

Cv:

1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"
Max. Cv's - Metal/Comp. Diaphragm					
3.5	5.0	6.0	9.0	11	13
3.5	5.0	6.0	9.0	11	13

Pressures:

Inlet – 950 psig standard  
 Outlet – Multiple range springs; 10-300 psig (1/2", 3/4", 1"), 10-225 psig (1-1/4", 1-1/2") and 10-150 psig (2").

Materials:

Body/Sp.Ch.	Diaphragm	Seal	Trim
Iron	302 SST	Metal	Brass
Brass	Elgiloy	Buna-N	Std. SST
Steel	Phos. Brz.	EPR	316 SST
SST	Neoprene	TFE	
	Viton	Viton	
	EPDM		

Available Options: Adjusting screw closing cap, handwheel and locking lever, differential construction (single and double diaphragm), cryogenic service, high inlet pressure service, stellited SST trim, piston spring for low pressure operation, pressure loaded for remote loading and higher sensitivity, NACE service for sour gas corrosion resistance and higher inlet pressures with factory approval.

## Model 1000LP

Same basic design as Model 1000HP, except it has a larger diaphragm area for lower outlet pressure operation.

Applications, sizes, maximum Cv's and materials are the same as the Model 1000HP.

Pressures: Inlet – Up to 650 psig  
 Outlet – springs for 1-30 psig

Available Options: Similar to 1000HP Options.

## Model D

Inexpensive, rugged pressure reducing regulator designed for medium capacity applications. Piston-type valve plug for stability. A basic industrial quality regulator. Applications include steam, air, oil and water, plus many chemicals and gases.

Sizes: 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1-1/2" and 2" NPT

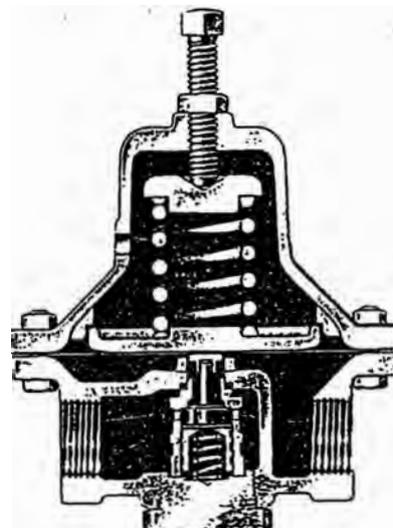
3/8", 1/2"	3/4"	1"	1-1/2"	2"
Max. Cv's - Metal/Comp. Diaphragm				
1.6	3.7	4.0	6.0	10
1.8	3.7	4.0	7.0	10

Pressures: Inlet – 250 psig maximum  
 Outlet – Springs for 2-150 psig

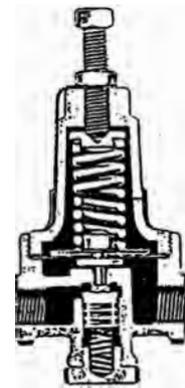
Materials:

Body	Trim	Seal	Diaphragm
Iron	Brass	Metal	302 SST
Brass	SST	Comp.	Neoprene
Steel			Phos. Brz.
SST			Viton
			EPDM

Available Options: Handwheel and locking lever, cryogenic construction and suitable for NACE service.



Model D



Model 3381

## Model 3381

Brass bodied valve for low flow applications. Stability provided by high mass plug design. Applications include air, water, oil and steam.

Sizes: 1/4" and 3/8" NPT

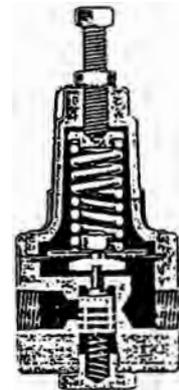
Maximum Cv: 0.5

Pressures: Inlet – 400 psig maximum  
 Outlet – Springs for 5-300 psig

Materials:

Body	Trim	Seal	Diaphragm
Brass	Brass	Metal	Phos. Brz.
		TFE	Neoprene

Available Options: Cryogenic construction, dome loading, panel mounting and outlet pressure gauge.



Model 4381

## Model 4381

SST valve for low to middle flow applications. Stability provided by high mass plug design. Can handle industrial gases, air, oil, steam, water and many chemicals.

Sizes: 1/4" and 3/8" NPT

Maximum Cv: 0.5

Pressures: Inlet – 1000 psig maximum  
 Outlet – Springs for 5-300 psig;  
 Optional 270-500 psig

Materials:

Body	Trim	Seal	Diaphragm
SST	SST	SST	SST
		TFE	Neoprene

Available Options: Cryogenic construction, panel mounting and outlet pressure gauge.



# Pressure Reducing Regulators

## Model 8310HP

A large capacity regulator for heavy-duty applications. Packless design with balanced double port construction for high sensitivity. Applications include steam, air, water, oil, gas and other fluids.

Sizes: 1-1/2", 2", 2-1/2", 3" and 4"

### End Connections:

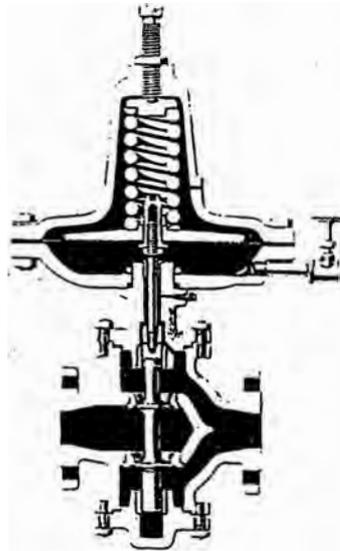
1-1/2", 2" – NPT, Iron or Steel  
 All sizes – 125#, 250# flange, Iron  
 All sizes – 150#, 300# flange, Steel

Pressures: Inlet – Maximum is limited by ANSI ratings of body material and ends selected.  
 Outlet – Springs for 10-145 psig

### Materials:

Body	Trim	Seat	Diaphragm
Iron	SST	Metal	302 SST
Steel			Neoprene

Available Options: Double diaphragm for differential service and higher outlet pressure settings from 145-200 psig.



Model 8310HP

## Model 8310LP

Same basic design as Model 8310HP, except it has a larger diaphragm area for lower outlet pressure levels.

Applications: Identical to 8310HP

Sizes: Identical to 8310HP

End Connections: Identical to 8310HP

Materials: Identical to 8310HP

Pressures: Inlet – Maximum is limited by ANSI ratings of body material and ends selected.  
 Outlet – Springs for 1-30 psig

# High Pressure Reducing Regulators



Model 1465

## Model 1465

Stainless steel bodied valve for low flow and high pressure drop applications. Used to reduce pressure on a sample fluid for analytical purposes. Applications include most liquids, gases and corrosive fluids.

Sizes: 1/4" NPT

Cv: 0.05 (0.109" orifice)  
 0.19 (0.156" orifice)

Pressures: Inlet – 5000 psig maximum  
 Outlet – Springs for 5-300 psig;  
 Optional 290-500 psig

### Materials:

Body	Trim	Seat	Diaphragm
316 SST	SST	Stellite	302 SST Neoprene

Available Options: NACE service.

## Model 345

Heavy duty, high inlet pressure valve with diaphragmless design. Seat design includes a balanced TFE seat for tight shutoff; also available metal seated. Applications include air, water, oil and gases.

Sizes: 1/2", 3/4" and 1" NPT

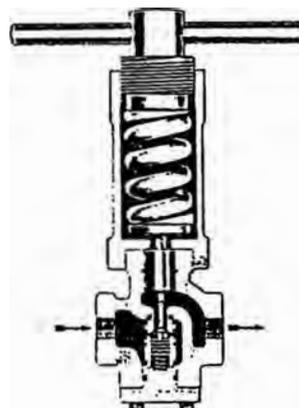
Maximum Cv: Up to 1.8

Pressures: Inlet – Up to 4000 psig maximum  
 Outlet – Springs from 50-3000 psig

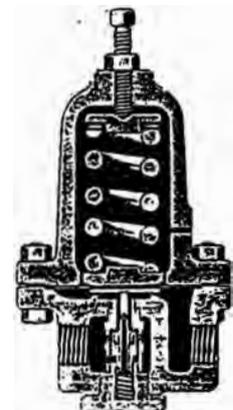
Materials: Bronze spring chamber only

Body	Trim	Seat
Alum. Bronze	SST	TFE
316 SST		Metal

Available Options: Stellite metal seats, weld-on flanges.



Model 345



Model HP

## Model HP

Heavy duty, high inlet pressure valve with balanced TFE seat for tight shut-off. Applications include air, water, oil and gases.

Sizes: 1/2", 3/4", 1" and 1-1/2" NPT

Maximum Cv: Balanced-TFE – up to 3.0  
 Unbalanced-Metal – Up to 5.2

Pressures: Inlet – up to 3,000 psig maximum  
 Outlet – Springs from 10-750 psig

### Materials:

Body	Trim	Seat	Diaphragm
Mang.Brz	SST	TFE	302 SST
Steel		Metal	Neoprene

Available Options: Differential construction, and suitable for NACE service.



# Back Pressure / Relief Regulators

## Model BQ

Regulator with cylinder guided plug suitable for low flow installations. Applications include water, air, oil, gas and steam.

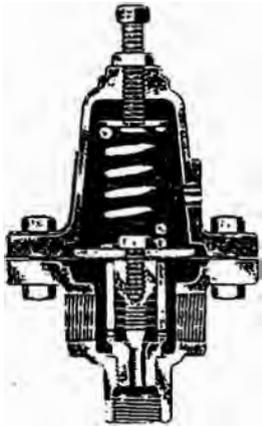
Sizes: Inlet – 1/4", 3/8" and 1/2" NPT  
Outlet – 1/2" NPT

Set Pressures: Springs for 5-300 psig

**Materials:**

Body	Trim	Seat	Diaphragm
Iron	Brass	Metal	302 SST
Brass	SST	Comp.	Neoprene
Steel			Phos. Bronze
316 SST			

Available Options: Closing cap, cryogenic construction, differential construction and suitable for NACE service.



Model BQ

## Model 8311 HP

A high capacity back pressure regulator for heavy duty applications, similar in design to the 8310HP pressure reducing regulator. Will handle steam, air, water, oil, gas and other fluid applications.

Sizes: 1-1/2", 2", 2-1/2", 3" and 4"

**End Connections:**

- 1-1/2", 2" – NPT, Iron or Steel
- All Sizes – 125#, 250# flange, Iron
- All Sizes – 150#, 300# flange, Steel

Pressure: Inlet – Maximum of 260 psig

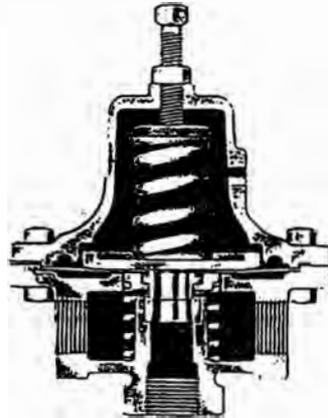
Set Pressures: Springs for 10-145 psig;  
Optional 145-200 psig

**Materials:**

Body	Trim	Seat	Diaphragm
Iron	SST	Metal	302 SST
Steel			Neoprene

Available Options: Closing cap, TFE diaphragm cover and stellite seating surfaces.

**Caution:**  
These are not safety devices and must not be substituted for a code approved pressure safety relief valve or a rupture disc.



Model 1164

## Model 1164

General service regulator that handles steam, air, oil, water, gas and many chemical applications.

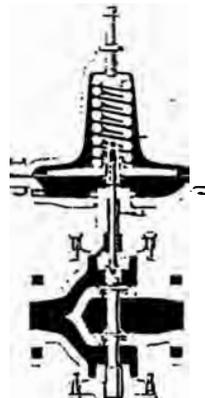
Sizes: 3/4", 1", 1-1/2" and 2" NPT

Set Pressures: Springs for 5-150 psig.

**Materials:**

Body	Trim	Seat	Diaphragm
Iron	SST	Metal	302 SST
Brass		TFE	
Steel			

Available Options: Cryogenic construction and suitable for NACE service.



Model 8311HP

## Model 8311LP

Same basic design as Model 8311HP, except it has a larger diaphragm area.

Pressure: Inlet – Maximum of 30 psig.

Set Pressures: Springs for 1-30 psig.

Applications, sizes, end connections and materials are identical to 8311HP.

## Model 1171

Brass bodied back pressure regulator for low flow applications. Suitable for most liquids and gases, including pump by-pass and slow-opening relief service.

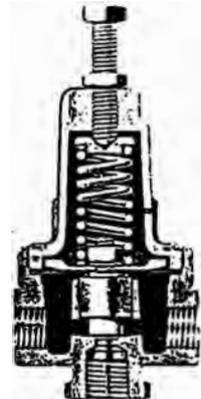
Sizes: 1/4" and 3/8" NPT

Set Pressures: Springs for 5-300 psig

**Materials:**

Body	Trim	Seat	Diaphragm
Brass	Brass	Metal	Phos. Bronze
		TFE	Neoprene

Available Option: Inlet pressure gauge, panel mounting and cryogenic construction.



Model 1171

## Model 2171

316 SST valve designed to handle small to mid-capacity flows in general, chemical or cryogenic services.

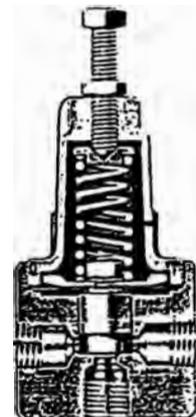
Sizes: 1/4" and 3/8" NPT

Set Pressures: Springs for 5-300 psig;  
Optional 290-500 psig

**Materials:**

Body	Trim	Seat	Diaphragm
316 SST	316 SST	Metal	302 SST
		TFE	Neoprene

Available Options: Cryogenic construction and inlet pressure gauge.



Model 2171

# Back Pressure / Relief Regulators

## Model 9311HP

A medium capacity, single port regulator with heavy duty guiding. Design offers quick change trim. Applications include steam, water, oils, gases and some chemicals.

Sizes: 1" and 1-1/2"

End Connections: NPT – 1" and 1-1/2"  
Flanged – 125# or 250# integral;  
150# or 300# separable

Pressure: Maximum of 260 psig

Set Pressure Range: Springs 10-145 psig;  
Optional 130-200 psig

Capacity-Cv: Up to 17

Materials:

Body	Trim	Seat	Diaphragm
Iron	SST	Metal	302 SST
Steel			Neoprene

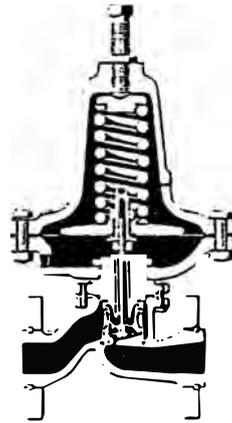
Available Options: Closing cap and TFE diaphragm cover.

## Model 9311LP

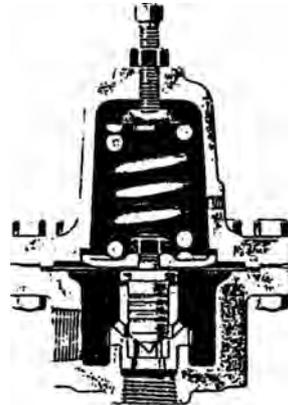
Same basic design as Model 9311HP, except it has a larger diaphragm area for lower set pressure levels of 1-30 psig.

Pressure: Inlet – maximum of 39 psig.

Applications, sizes, end connections and materials are identical to 9311HP.



Model 9311HP



Model 123

## Model 123

A heavy-duty regulator for a wide range of flows and pressure settings. The most versatile back pressure regulator Cashco offers. Applications include steam, air, oil, water, gas and other fluids.

Sizes: 1/2", 3/4", 1", 1-1/2" and 2" NPT

Maximum Inlet Pressure:  
Iron and Brass – up to 400 psig;  
Steel and SST – up to 525 psig

Set Pressures: Springs for 2-350 psig.

Capacity-Cv: Up to 7.0

Materials:

Body	Trim	Seat	Diaphragm
Iron	Brass	Metal	302 SST
Brass	SST	Comp.	Neoprene
Steel	NACE		
SST			

Available Options: Closing cap, cryogenic construction, differential construction, stellite seating surfaces and suitable for NACE service.

# High Pressure Back Pressure / Relief Regulators

**Caution:**  
*These are not safety devices and must not be substituted for a code approved pressure safety relief valve or a rupture disc.*

## Model 6987

A back pressure regulator for moderately high pressures. Applications are typically in gaseous service, but may be used for non-cavitating liquids. Not for steam service.

Sizes: 1/2" and 3/4"

End Connections: Standard – NPT;  
Optional – Flanged 300# or 600#, plain end pipe nipples, or socket weld

Capacity-Cv: Up to 2.2

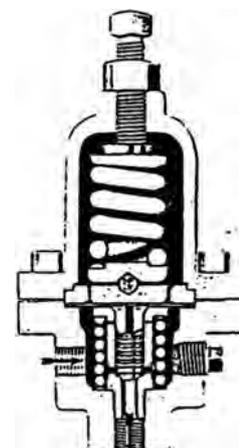
Maximum Inlet Pressure: 1500 psig.

Set Pressures: Springs for 50-600 psig.

Materials:

Body	Trim	Seat	Diaphragm
Steel	SST	Metal	302 SST
SST			Elgiloy

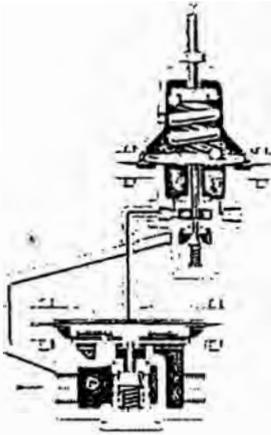
Available Options: Closing cap, stellite and reduced orifice seats and NACE service.



Model 6987



# Pilot Operated Regulators



Model POSR-1

## Model POSR-1

An inexpensive pilot operated pressure reducing regulator for use with steam. Non-sticking pilot valve design, standard hardened trim, maintains outlet pressures within  $\pm 5\%$ . Pressure-loaded diaphragm construction.

Sizes: 1/2", 3/4" and 1" NPT

Maximum Cv's:

1/2"	3/4"	1"
3.0	3.5	5.5

Pressures: Inlet - 300 psig  
Outlet - 5-150 psig

Pressure Drops: Maximum - 200 psi  
Minimum - 15 psi

Materials:

Body	Trim	Diaphragm
Ductile IR	Hdn 416 SST	302 SST
Steel	(Rc = 30)	

Available Option: Pressure loaded main valve.

## Model POSR-2

A high capacity pilot operated pressure reducing regulator for steam. Non-sticking pilot valve design, standard hardened trim. Pressure-loaded piston construction.

Sizes: 1", 1-1/2", 2", 3" and 4"

End Connections: 1", 1-1/2" and 2" — NPT;  
2", 3" and 4" — 125/250# flanged or  
150/300# flanged

Maximum Cv's:

1"	1-1/2"	2"	3"	4"
10	18	35	60	80

Inlet Pressures: NPT - Iron; 250 psig max.  
NPT - Steel; 300 psig max.  
Flanged - limited by ANSI ratings of body material and flange pressure class.

Set Pressures: Springs for 5-15 psig, 10-40 psig, 30-80 psig or 70-150 psig.

Maximum Pressure Drop: 200 psi for 1", 1-1/2" and 2" sizes; 175 psi for 3" and 4" sizes.

Minimum Pressure Drop: 15 psi for 1", 1-1/2" and 2" sizes; 20 psi for 3" and 4" sizes.

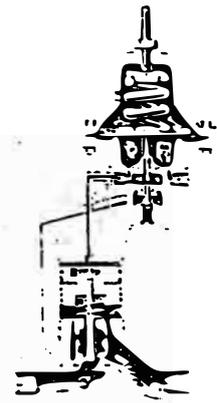
Materials:

### Main Valve

Body - Cast iron, steel  
Plug - 17-4 PH, Cond. 1075  
Seat Ring - 416 SST hardened  
Cylinder - ENC steel  
Bonnet - Ductile Iron  
Cylinder Head - Steel

### Pilot Valve

Body - Ductile iron  
Spring Chamber - Cast Iron  
Plug & Seat - 416 SST hardened  
Diaphragm - 302 SST  
Bellows Assy. - Brass

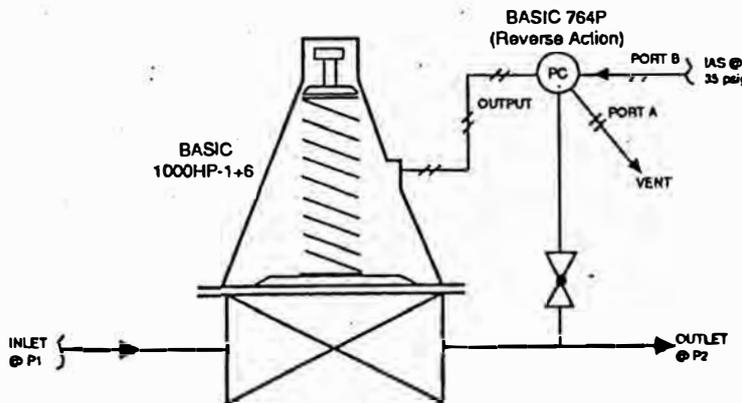


Model POSR-2

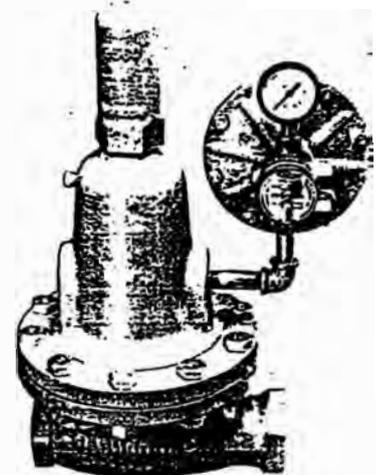
## Model 1000HP Accelerator

A 764P pneumatic pressure controller pilot loads the spring chamber with instrument air as it senses the main valve's outlet pressure "drooping" on increasing flow. The loading provides reset to the control circuit, offsetting the droop characteristic which all reducing regulators experience. Setpoint is determined by range spring setting of main valve, and the setpoint of the controller together.

This control scheme allows taking advantage of many of the 1000HP's superior performance features (see pg. 6). Combination gives a faster response to pressure changes than those typically experienced with fast acting control valve/controller/positioner control loops. Allows taking full advantage of a 1000HP's capacity range, broadening its system applications. Primary use is in steam and gaseous systems.

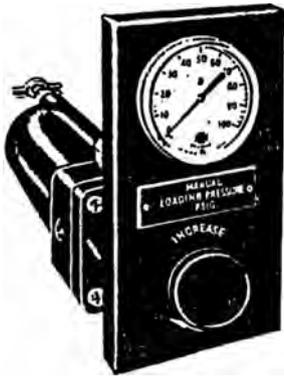


1000HP ACCELERATOR  
INSTALLATION SCHEMATIC



Model 1000HP Accelerator

# Manual Loaders and Airsets



5485 Manual Loader

## 5485 Manual Loader

A pneumatic loader that may be used to remotely load pressure regulators or pneumatic control valves. May also be utilized for field calibration checks. Designed to be mounted on a panel; includes panel mounting clamps. Provided with a 2-1/2" dual scale output pressure gauge and a panel mounted 5100P airset.

Maximum Inlet Pressure: 250 psig

Outlet Pressure Ranges:  
 0-30 psig / 0-2 Bar  
 0-60 psig / 0-4 Bar  
 0-100 psig / 0-7 Bar

Connections: 1/4" NPT

## 5486 Switching Station

A three-position pneumatic switch with two pressure gauges (2-1/2") for indicating instrument output and manual loader output pressures. Typically installed between field controller and pneumatic control valve.

**OFF:** Blocks the outputs from the controller and manual loader.

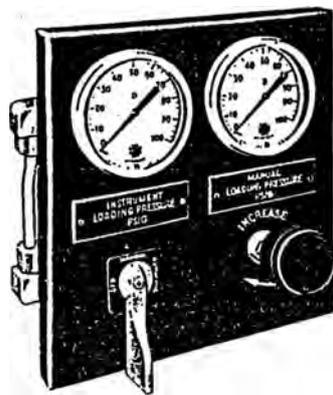
**AUTO:** Passes output signal from controller; blocks output from manual loader.

**MANUAL:** Passes output signal from manual loader; blocks output from controller.

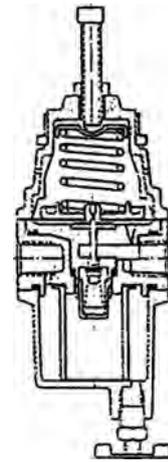
Maximum Inlet Pressure: 250 psig

Outlet Pressure Ranges:  
 0-30 psig / 0-2 Bar  
 0-60 psig / 0-4 Bar  
 0-100 psig / 0-7 Bar

Connections: 1/4" NPT



5486 Switching Station



5100P Airset

## 5100P Airset

A compact instrument air regulator with built-in filter and dripwell. Unit is of the internally relieving type for accurate outlet pressure control. Primarily applied to provide pneumatic air supply for controllers, positioners, solenoids, etc.

Size: 1/4"

Body Material: Diecast aluminum

Dripwell Material: Diecast aluminum

Spring Chamber: Glass reinforced thermoplastic polyester

Maximum Supply Pressure: 250 psig

Output Pressure Ranges: 0-30 psig, 0-60 psig or 0-100 psig

Output Pressure Gauge: Optional

Filter: 40 micron

# Thermal Trip Valves

## Model FL200

FM approved valve to close upstream flow and vent downstream flow when the valve's fusible link is subjected to its melting point temperature. Use in non-toxic, non-combustible gaseous services. Frequently used on actuator loading air to control valves to actuate the valve to its "fire fail safe" position.

Sizes: 1/4", 1/2", 3/4" and 1"

Max. Pressure Rating: 130 psig WOG

End Connection: NPT

Materials: Steel body with SST trim

Fusible Link Temperatures: Std. 212°F;  
 Optional 165°, 286°, 350°F

Capacity-Cv:

Size	1/4"	1/2"	3/4"	1"
Cv	1.5	4.9	12.0	12.7



Model FL200



Model FL800

## Model FL800

FM approved valve to trip when the valve's fusible link is subjected to its melting point temperature. When tripped, the valve closes off upstream flow, and may either vent or contain the downstream fluid. Used in same applications as FL200 when of the "vent" design. Also used for corrosive or toxic fluids (liquid or gases) at fire walls or storage tanks outlet nozzle when of the standard (non-vent) design.

Sizes: 1/4", 1/2", 3/4", 1", 1-1/2" and 2"

Maximum Pressure Rating: 300 psig WOG

End Connections: All sizes - NPT;  
 1/2"-2" - 150 or 300# flanged

Materials: Steel or SST body, SST trim

Fusible Link Temperatures: Std. 212°F;  
 Optional 165°, 286°, 350°F

Capacity - Cv:

Size	1/4"	1/2"	3/4"	1"	1-1/2"	2"
Cv	1.6	4.0	6.3	10.0	22.0	34.0