
Módulo 3

Comunicación y Control

| *estrategias de formación*

ÍNDICE

ÍNDICE	2
3.1. ORGANIZACIÓN.....	3
3.2. NIVELES DE COMUNICACIÓN.....	3
3.3. SISTEMAS DE BUS	4
3.4. ACOPLAMIENTO ÓPTICO DE DATOS.....	7
3.5. TELECOMUNICACIÓN.....	7
3.6. ESQUEMAS DE CONTROL.....	8
3.7. SIMBOLOGÍA	9
3.8. IMPULSORES DE LÍQUIDOS.....	11
3.9. IMPULSORES DE GASES	14
3.10. INTERCAMBIADORES DE CALOR.....	17
3.11. REACTORES	21

Iniciativas Empresariales
| estrategias de formación

3.1. ORGANIZACIÓN

Como ya adelantáramos en el Módulo 1, la necesidad de reducir los costos e inconvenientes derivados de la materialización de un Sistema donde numerosos dispositivos se controlan desde un solo Procesador, popularizó la utilización de Subsistemas inteligentes locales, dando lugar al control descentralizado.

Paralelamente, el desarrollo de los Sistemas de Bus permitió la integración de dichos Subsistemas a una red de información más compleja, donde las rápidas respuestas de los controles descentralizados es transferida a un PLC, una PC o otra mayor red distributiva.

3.2. NIVELES DE COMUNICACIÓN

Para organizar la comunicación de los distintos Subsistemas que generan los objetivos de la Automatización Industrial, se procede a jerarquizar la comunicación entre los elementos que los componen, a saber:

- Nivel Inferior: Comunica Sensores y Actuadores con Controladores Directos
- Nivel Intermedio: Comunica Controladores Directos con otros Subsistemas.
- Nivel Superior: Comunica los Controladores de más alto nivel con el Sistema de Información.

El primero de ellos corresponde a la conexión de sensores y actuadores con controladores locales/directos distribuidos en la planta. Su programación es sencilla, flexible y de rápida respuesta.

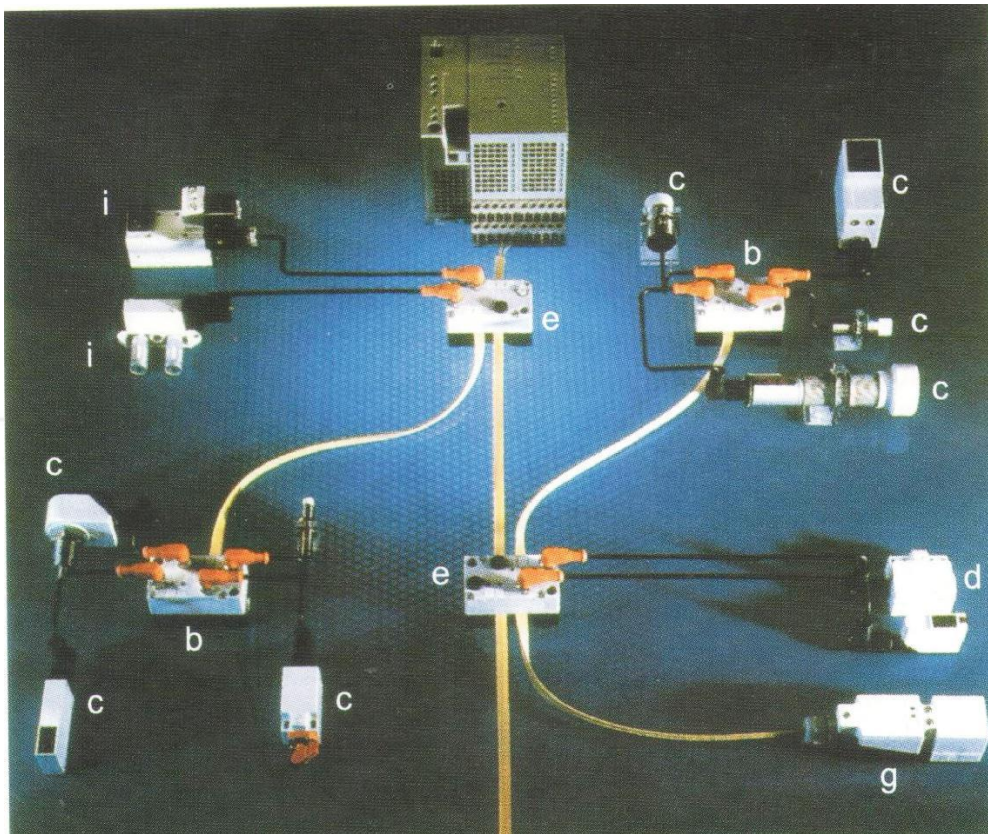
La información disponible en el Controlador local/directo es llevada, mediante los llamados Módulos de Interface, a Sistemas de Control instalados en Edificios o Terminales, utilizando el Sistema de Comunicación de Bus siendo caracterizada esta comunicación como Nivel Intermedio.

El restante nivel es destinado a la Información Gerencial, donde redes Ethernet permiten el acceso a la información de los Controladores Finales en forma seleccionada e ininterrumpida.

3.3. SISTEMAS DE BUS

Para el primer nivel existe el Sistema AS-Interface (Actuador Sensor Interface), sistema abierto dedicado a E/S discretas, sin propietario, con especificaciones disponibles a quien lo requiera.

La base de esta forma de comunicación está en el denominado chip esclavo, que puede ser instalado en los módulos de interface o en los sensores (en cuyo caso son sensores controlados por la Asociación AS-i o sensores As-i). Este sistema admite cualquier diagramación (anular, árbol, lineal, punto a punto, etc.), lo que permite adicionar conexiones en cualquiera punto.



El límite de longitud de conexión puede incrementarse mediante la instalación de repetidores.

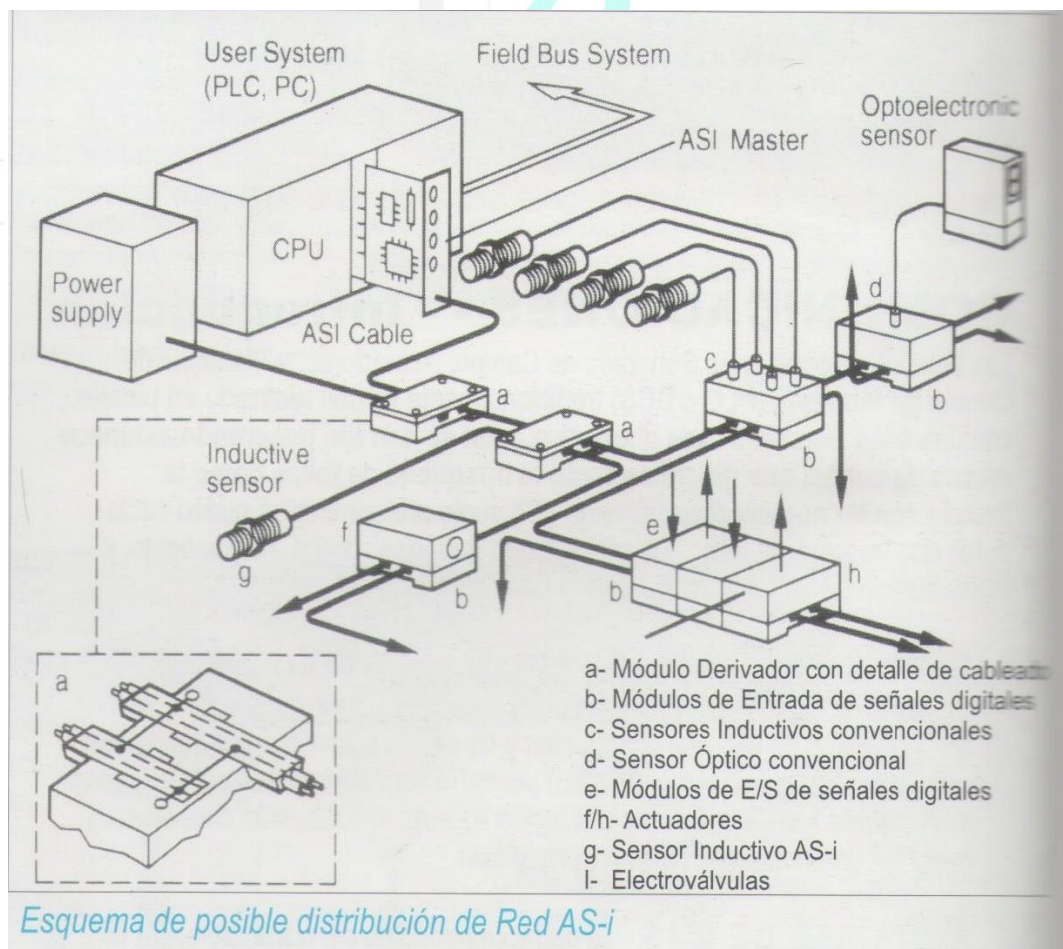
En resumen sus componentes pueden ser:

- El cable AS-i alimenta de energía a la Red/transmite datos de y a sus componentes.

Módulo 3: Comunicación y Control

- Módulos de interface con dispositivo esclavo (conectan sensores convencionales y actuadores a la red).
- El Máster AS-i conecta la Red al Controlador del Subsistema quien a su vez puede ser un esclavo de una Red Superior (Modbus, Profibus, Can, etc.).
- La Fuente de Energía AS-i que alimenta los distintos componentes a través de la Red.
- Repetidores AS-i en caso de ser necesario extender la Red.
- Puerta de enlace o "Gateway" AS-i para el caso de conexiones con una Red de Nivel Superior*.
- Modulo de Interface AS-i RS-232, RS-485/Bus ISA para visualización de datos en una PC.

* Una **puerta de enlace** o "**gateway**" es un dispositivo que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes, traduciendo la información del protocolo utilizado en la red origen al protocolo usado en la red destino.



Para los niveles Intermedio y superior muchas arquitecturas utilizan el Sistema RPI (“Remote Process Interface”), la transferencia se realiza mediante un Bus CAN que transporta la información a/desde todos los módulos y a una puerta de enlace RPI quien a su vez canaliza los datos a los Controladores Lógicos Programables (PLC) y/o al Sistema de Control del Proceso (DCS).

Análogamente al ingreso de datos la comunicación con los controladores, también se efectúa mediante un BUS estándar (Profibus, Modbus, etc.) minimizando la instalación y el tendido de cables, calculo de circuitos, riesgos, etc.



3.4. ACOPLAMIENTO ÓPTICO DE DATOS

La automatización de elementos móviles (Puentes Grúas, Transportador de Contenedores, Terminales Portuarias, Vehículos Robotizados, etc.) y los inconvenientes derivados de la utilización de cables y deslizantes han implicado el desarrollo de la comunicación mediante Rayos Infrarrojos Incoherentes Modulados en Frecuencia.

Esta forma de lograr una comunicación punto a punto proporciona una alternativa de menor costo y mayor resultado que permite alcanzar hasta distancias de 200 mts. Los datos pueden transmitirse en paralelo obteniendo velocidad y rendimiento o en forma serial para evitar interferencias y/o obtener un mayor alcance, sus características son:

1-Paralelo: 30 mts

3-Alimentación: 10 a 30 VCC

2-Serie: 200 mts

4-Aptitud Para Intemperie: IP 65, IP66 o IP 67

3.5. TELECOMUNICACIÓN

Es un método de transmisión de información a través de enlaces inalámbrico. Tienen un alcance de 10 km. que se triplica mediante antenas direccionales. Señales digitales (estado de un interruptor), señales analógicas (nivel de tanques) o pulsos (caudal de fluidos) se pueden transmitir desde una ubicación remota a un Sistema de Control. (Las señales se transmiten por radio mediante un protocolo inalámbrico inteligente desde una estación Transmisora a una estación Receptora y son re-creados como señales de entrada o salida a través del enlace serie o bus de campo.)

3.6. ESQUEMAS DE CONTROL

En este ítem iniciamos el aprendizaje de cómo realizar el control y para ello debemos definir:

- **Variable de Proceso:** Es lo que observamos en la Planta, la señal que nos envía el proceso.
- **Señal de Control:** Acción del controlador, es la variable a controlar.
- **Consigna:** Es el valor deseado de la variable de proceso (es muy común identificarla como “set point”).
- **Sistema de Control de “lazo abierto”:** El resultado de la variable de proceso no afecta el control.

Consigna → Controlador → Señal de Control → Planta → Variable de Proceso

- **Sistema de Control de “Lazo Cerrado”:** El resultado de la variable de proceso se compara con el deseado para obtener el Control del Sistema.

Consigna → Controlador → Señal de Control → Planta → Variable de Proceso
↓
↑

Este último Sistema (“feedback”) es el básico que se utiliza en el Control de Procesos.

3.7. SIMBOLOGÍA

La tendencia natural es no aceptar normas hechas por otros, razón por la cual y a pesar de que existen numerosas normas, la simbología que utilizaremos no es universal pero sí la más común (todas la Ingeniarías incluyen en su proyecto una hoja explicitando la simbología empleada en el mismo).

El alfabeto completo excepto las letras combinadas (ch, ll) y las que no son comunes a todos los idiomas (ñ) están disponibles para que el Proyectista. Normalmente las organiza indicando con la primera letra la variable por ejemplo:

- T** Temperatura
- P** Presión
- F** Flujo/Caudal
- A** Análisis

La segunda puede ser una función pasiva

- I** Indicador
- R** Registrador
- G** Visor
- A** Alarma

O indicar una salida

- C** Controlador
- S** Interruptor
- T** Transmisor
- V** Válvula
- Y** Relé, Selector

Análogamente existe un principio general de indicar con

- H** Alto
- L** Bajo
- M** Medio
- S** Seguridad

Aplicando esta simbología tenemos por ejemplo:

TSS	Interruptor de seguridad por temperatura
PSV	Válvula de seguridad por presión
PAL	Alarma por baja presión
FSH	Interruptor de alto caudal (en virtud de la doble utilización de la letra S podríamos agregar la interpretación de Seguridad o sea Interruptor de Seguridad por Alto Caudal).

Existen otras identificaciones funcionales de uso extendido, al respecto:

- El código de letras se incluye en la parte superior de un círculo cruzado diametralmente por una línea horizontal cuando el elemento identificado está instalado en el frente de un tablero, en caso de que este en el interior del mismo la línea será de trazos y si son elementos de campo no se incluye línea alguna.
- En la mitad inferior del círculo se incluye un código alfanumérico que identifica el Lazo de Control.
- Los símbolos lineales para indicar qué tipo de conexión se efectúa pueden ser: Línea de trazo continuo para conexión de proceso, línea de trazo continuo cortada por oblicuas espaciadas para conexión neumática, línea discontinua de trazos para conexión eléctrica o electrónica.

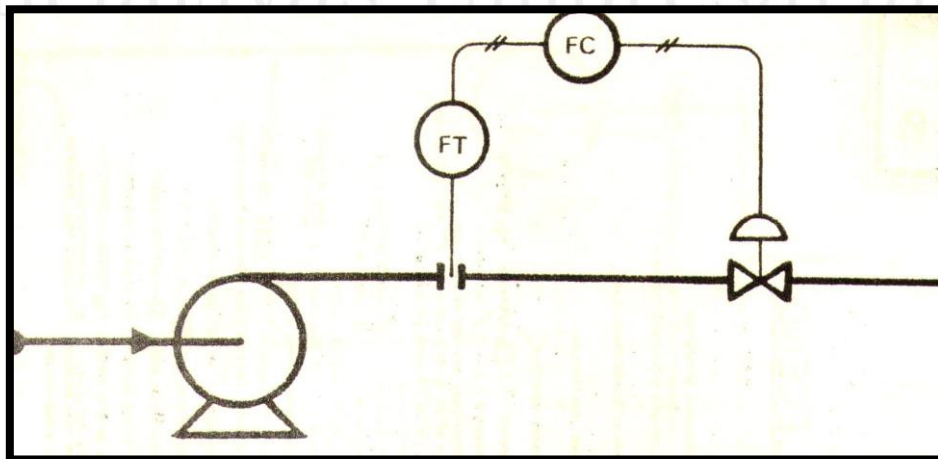
Iniciativas Empresariales
| estrategias de formación

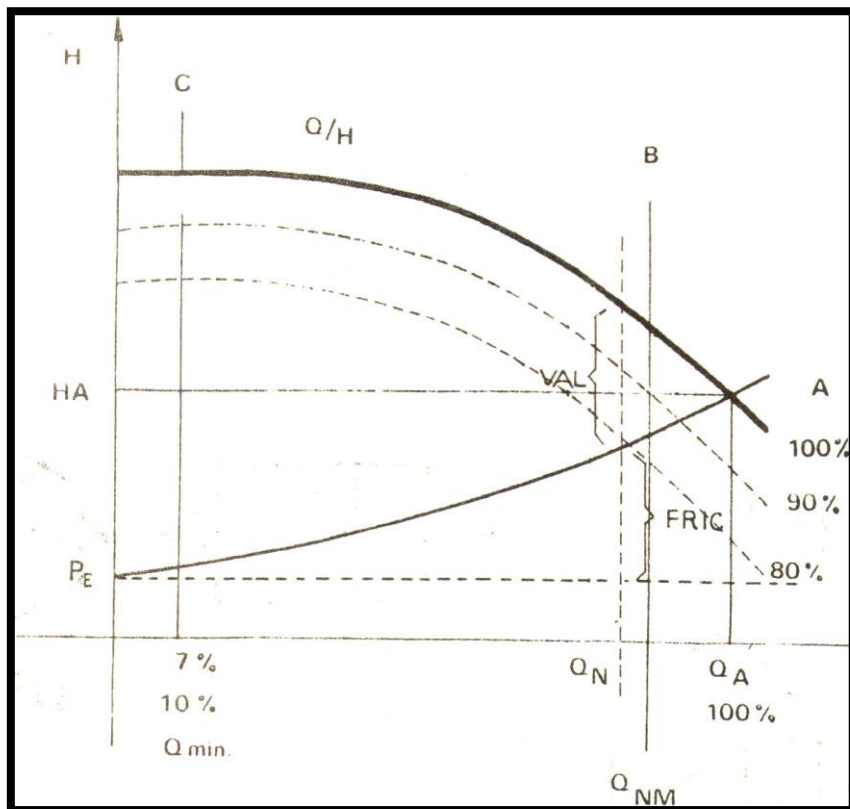
3.8. IMPULSORES DE LÍQUIDOS

El control de la bomba centrífuga (impulsor de líquidos por excelencia) es función del medio empleado para su accionamiento (motor eléctrico, turbina, motor de combustión), la curva caudal/altura de elevación (Q/H) y la pérdida de carga que debe superar. Para el caso de impulsión por motor eléctrico y curvas de elevación/fricción establecidas, incorporamos una Válvula de Control para modificar el caudal. De las curvas antes nombradas podemos verificar que, para modificar el punto de funcionamiento de A hasta B, la válvula debe poder ocasionarle a la bomba una pérdida de carga de la cuantía necesaria para llevar el caudal a su nuevo valor (generalmente se dimensionan adoptando un 30% de su caudal normal máximo QNM o también un 50% de su caudal normal QN).

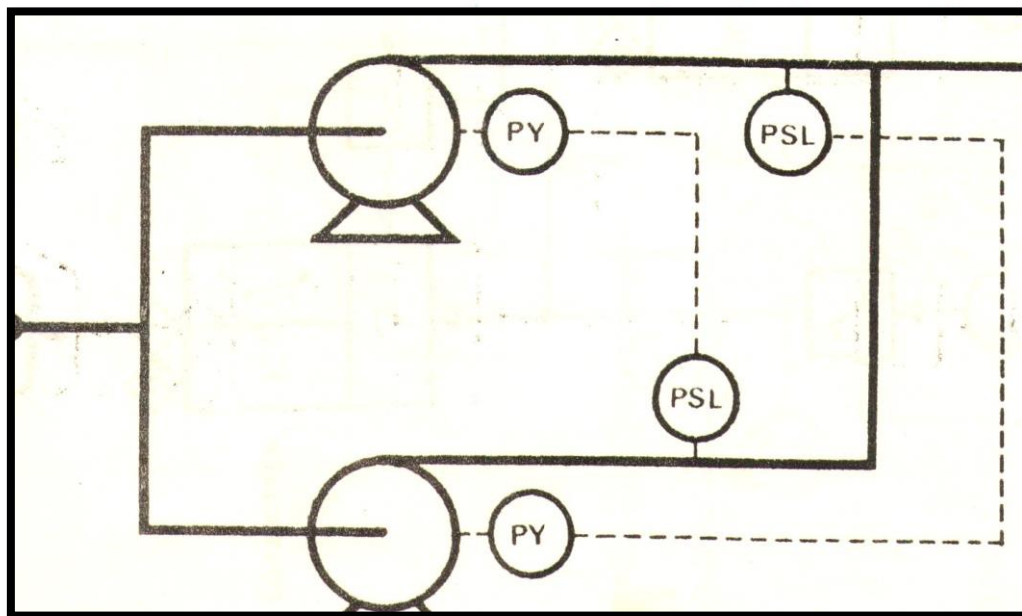
En el grafico también se incluyen las familias de curvas que produce el cambio de la velocidad de rotación del motor eléctrico (100, 90, 80%...) mostrando la posibilidad de implementar otros Sistemas de Control fundado en las posibilidades que dichos cambios producen en el servicio.

El accionamiento de la Válvula de Control ha sido confiado a un transmisor de flujo concatenado con un controlador que gobierna una señal neumática.

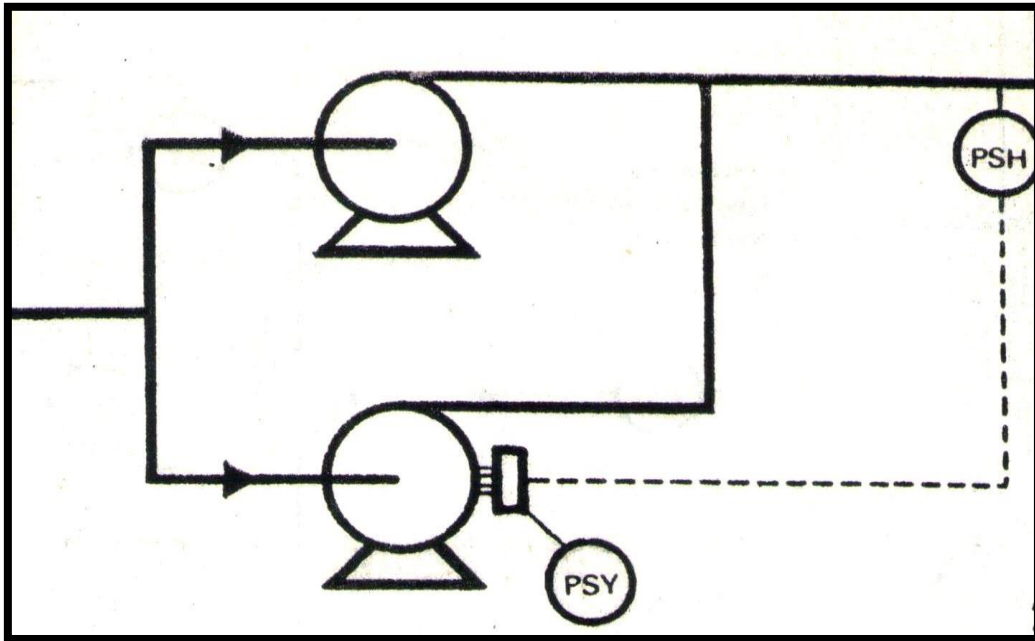




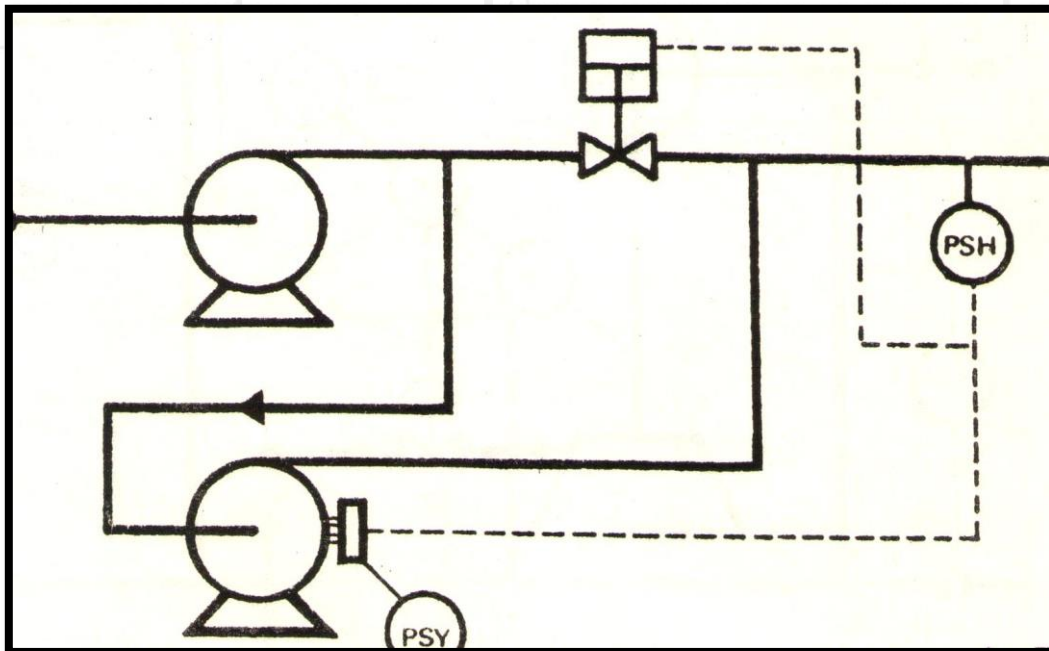
En el caso de bombeos cuya necesidad de caudal es variable y función del consumo podemos disponer dos bombas capaces de funcionar en paralelo presurizando el "relé" de puesta en marcha de la segunda mediante una señal eléctrica habilitada por un interruptor de baja presión montado en la cañería de envío de la primera.



Si el caso planteado fuese inverso, alto consumo, que implique dos bombas en paralelo, disminuyendo hasta hacer innecesaria la segunda bomba, tendríamos:



En el caso de bombas “booster” el aumento de la contrapresión implica la puesta en marcha de la segunda conjuntamente con la clausura del envío de la primera y la consecuente habilitación del circuito serie.



3.9. IMPULSORES DE GASES

Como tales consideraremos:

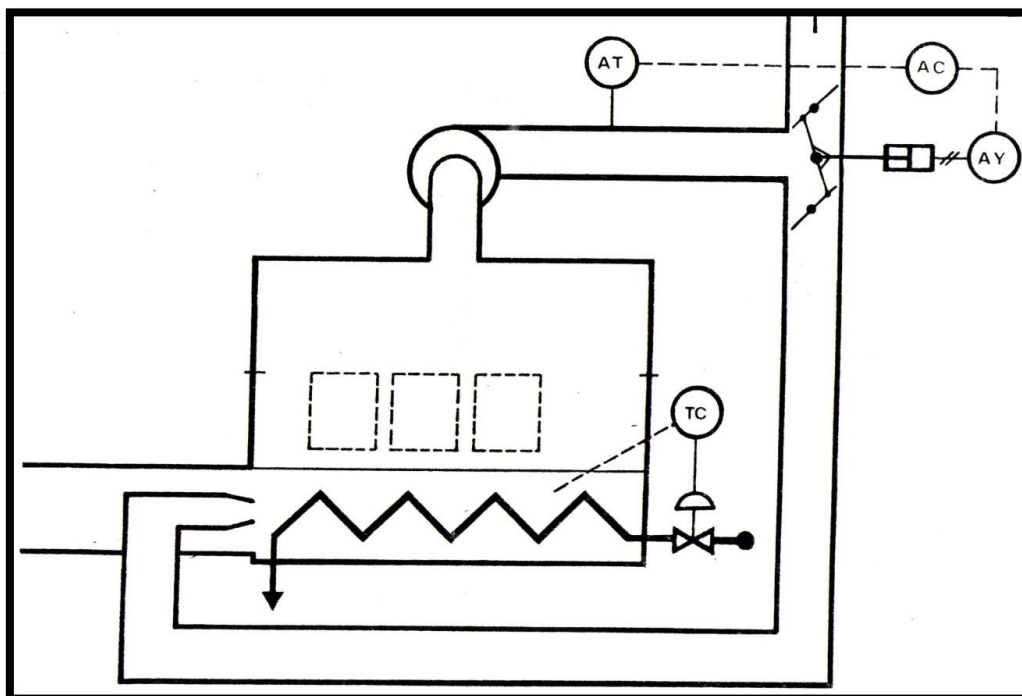
- Ventiladores (hasta 0,5 Kg/cm²)
- Sopladores (hasta 2 Kg/cm²)
- Compresores.(de 2 Kg/cm² en adelante)

Aparte de ser empleados como impulsores muchos de ellos son utilizados como extractores produciendo presiones inferiores a la atmosférica.

- **Ventiladores**

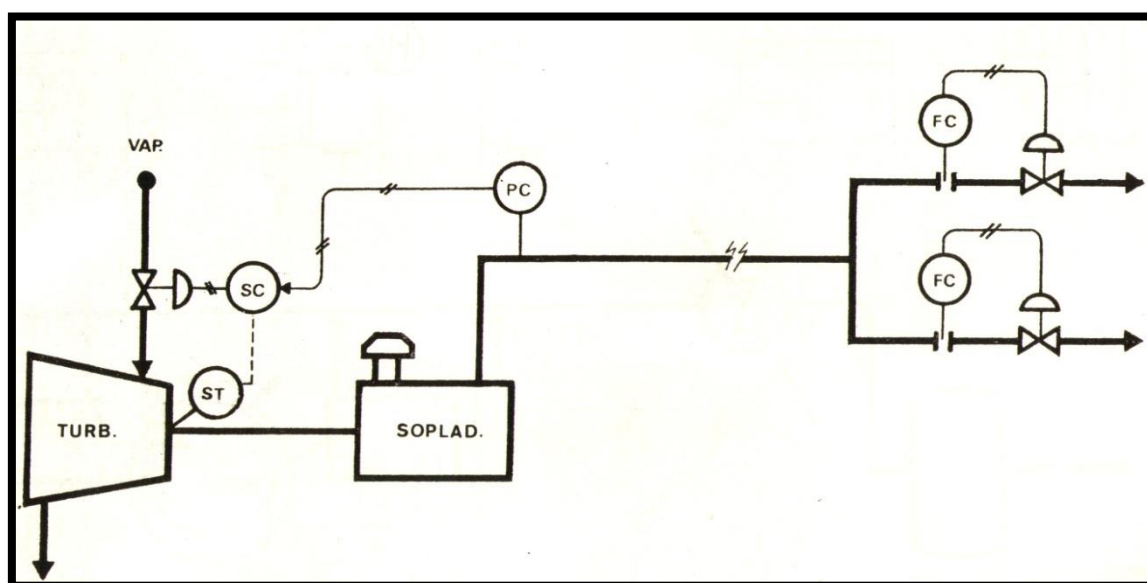
Su uso más difundido industrialmente es el de “extracción de solventes”. Un analizador de mezcla explosiva (AT) transmite una señal eléctrica a un controlador (AC) y este a su vez a un “relé” (AY) quien habilita neumáticamente el conjunto de deflectores.

Paralelamente un instrumento y su transmisor, desde el interior del proceso, envía una señal eléctrica a un controlador de temperatura que gobierna mediante una válvula el ingreso del Fluido calefactor que el ventilador envía al proceso.



- **Sopladores**

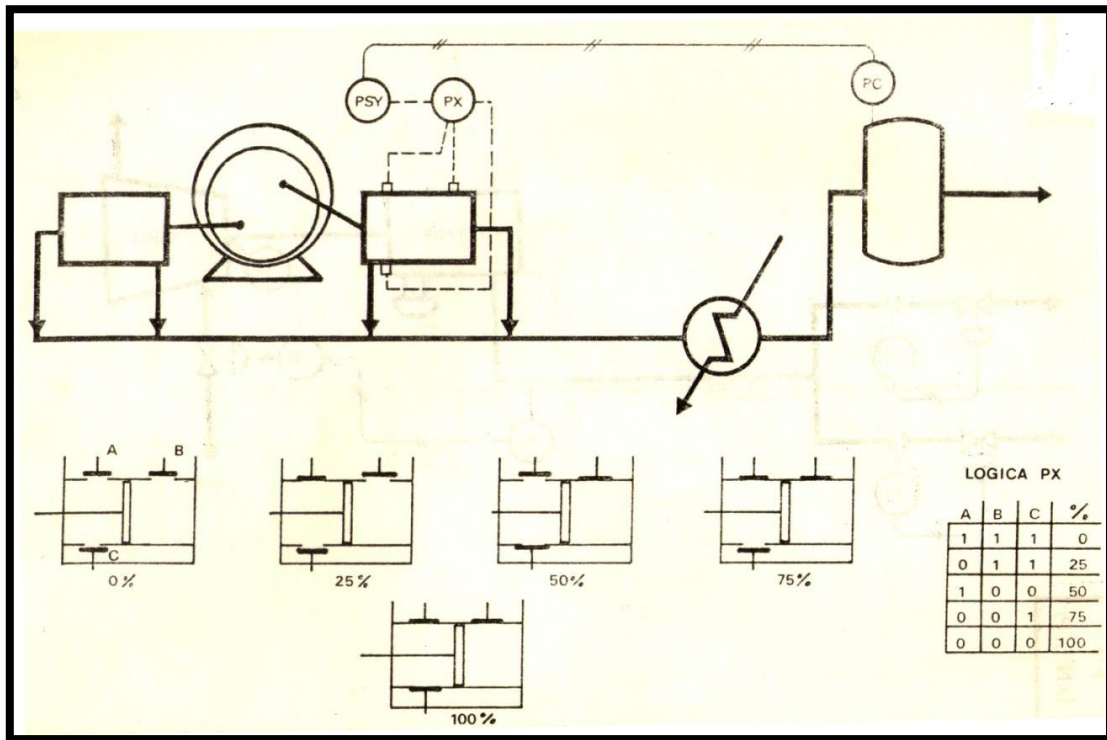
Equipos volumétricos cuyo control implica variar la velocidad o potencia impulsora. En el caso expuesto el proceso que utiliza el fluido establece el consumo (FC) y un control de presión (PC) informa a los controladores de vapor (SC) quienes teniendo en cuenta también la temperatura (ST) reducen el ingreso de vapor a la turbina o maquina de impulso.



- **Compresores**

El siguiente esquema corresponde a un compresor de aire industrial de doble cuerpo y acumulador, accionado por motor eléctrico. Este equipo posee la capacidad de aumentar el espacio nocivo y es por ello que adiciona a la lógica natural (0%, 50%, 100%) los porcentajes intermedios (25% y 75%) y extiende sus posibilidades de regulación a 5 pasos.

Mediante un controlador de presión (PC) dispuesto en el acumulador, se envía una señal neumática al “relé” selector de presión (PSY) accionando los contactos que permiten al distribuidor (PX) aplicar la lógica mostrada al pie del esquema.



Iniciativas Empresariales

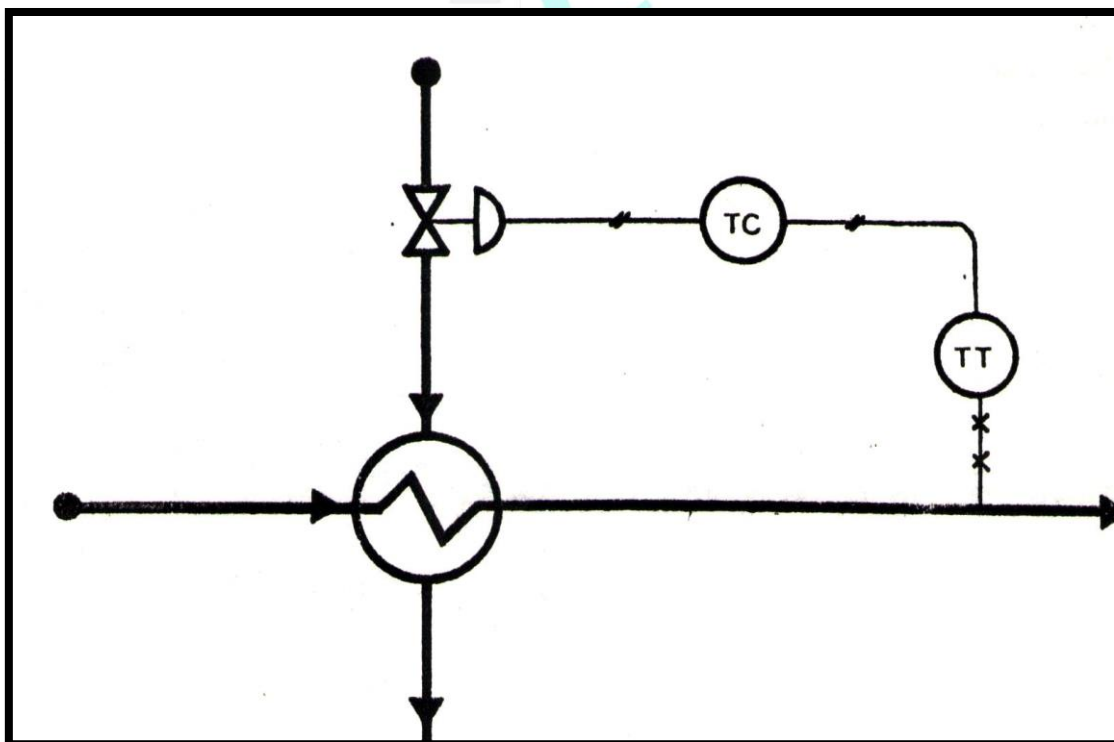
| *estrategias de formación*

3.10. INTERCAMBIADORES DE CALOR

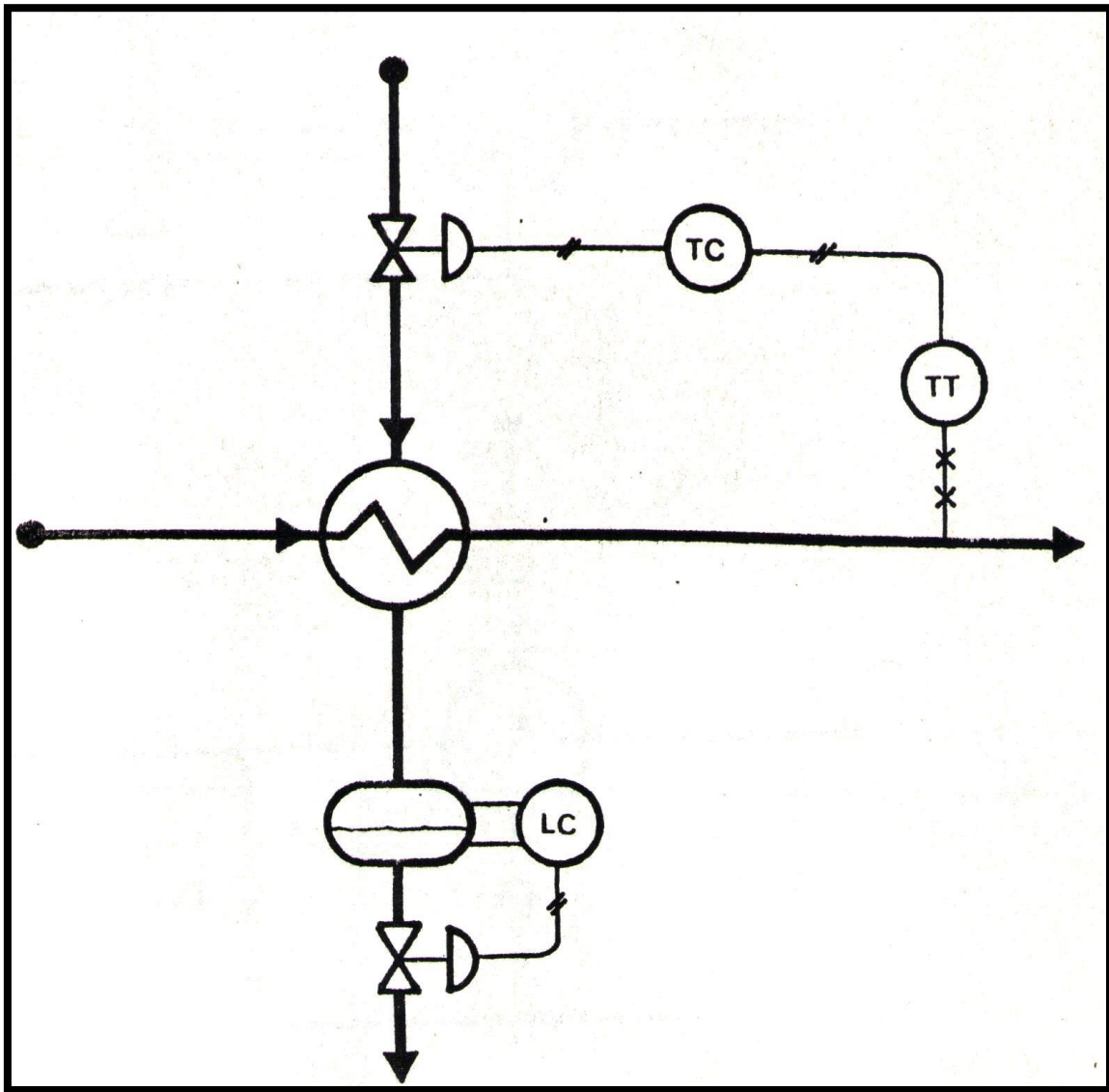
Los casos a considerar son:

- Intercambio entre dos líquidos.
- Intercambio entre un líquido y un vapor para la condensación del mismo (condensador).
- Intercambio entre vapor y un líquido para calentar el mismo.

El primer caso es el más simple siendo la variable de Control la temperatura. El medio calefactor es un aceite de alto calor específico (dowtherm) cuyo flujo puede ser restringido sin inconvenientes y cuya temperatura es regulada en un horno. El transmisor de temperatura (TT, que normalmente se encuentra en el sensor de temperatura que obtiene la variable de control correspondiente al fluido calefaccionado) envía una señal neumática al transmisor (TC) y este actúa sobre la válvula de acuerdo al resultado comparativo con la consigna.

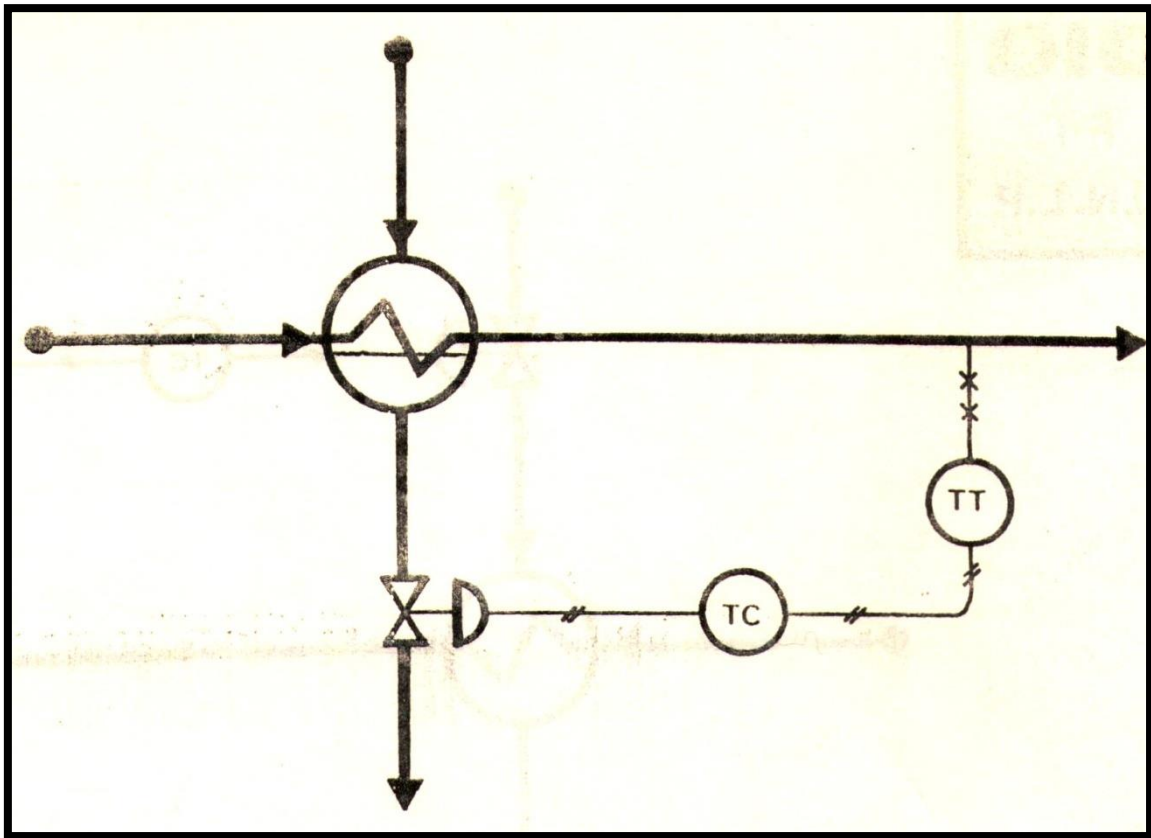


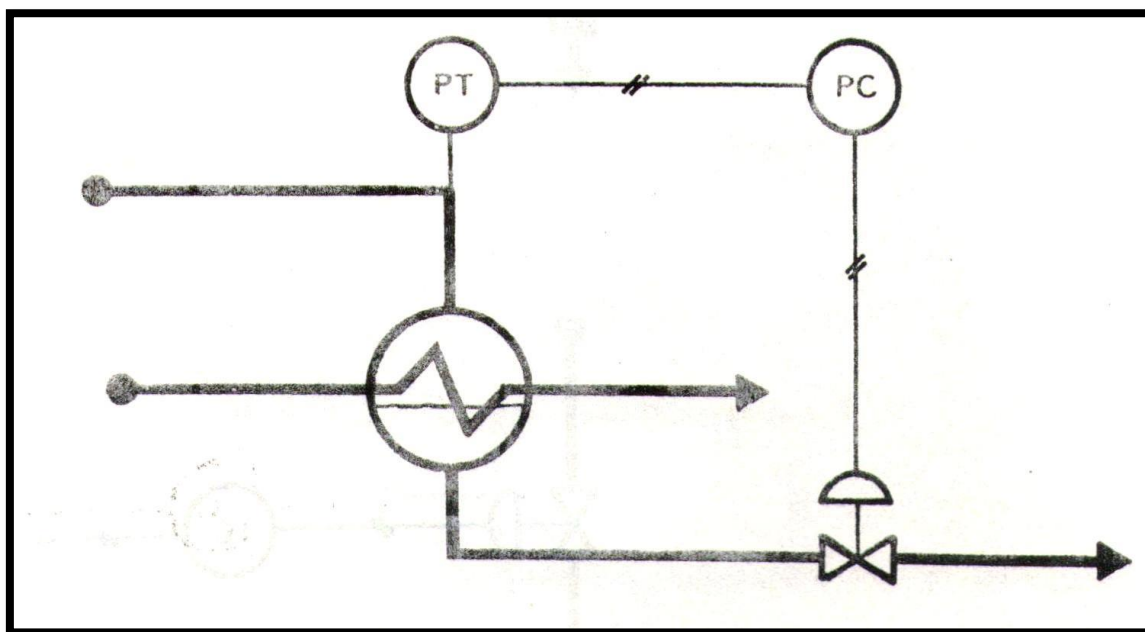
En el segundo caso, el acumulador de condensado podría ser sustituido por una trampa de descarga continua, no por una termodinámica o de flotador, en virtud de la oscilación que las mismas pueden producir en el flujo de vapor y la consecuente perturbación en el Control. Consecuente con el razonamiento la banda proporcional y el volumen del acumulador de condensado, debe ser lo más amplio posible.



En el tercero de los casos en estudio, se recurre a variar la condición de transferencia de calor inundando con el condensado el área de tubos. La relación entre el nivel de condensado y la superficie de intercambio es una función a determinar según el tipo y posición del Intercambiador, aunque siempre será conveniente para el Control sobredimensionar la capacidad de condensación y en consecuencia un cambio rápido de nivel ante la extracción del mismo.

En este caso, la temperatura de condensación está íntimamente ligada a la presión de alimentación, mostrando que esta magnitud puede también ser seleccionada como variable de Control dando lugar al esquema mostrado como alternativa.






Iniciativas Empresariales
| estrategias de formación

3.11. REACTORES

La gran variedad de reactores que se desempeñan en la industria hace imposible su clasificación, desde la generalidad del análisis podríamos nombrar:

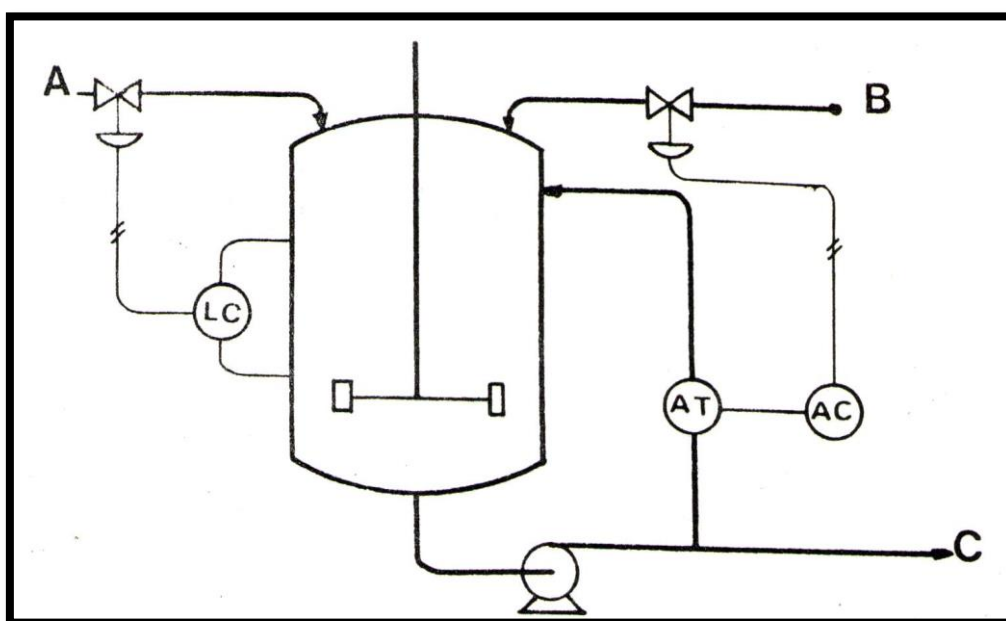
- Efecto térmico (exotérmico, endotérmico)
- Forma de Operación (continuos, discontinuos)
- Geometría (tanque, tubular, abierto, cerrado)

Combinando todas las posibilidades obtenemos una gran variedad de objetivos para Control. El Sistema de Control cumple su función modificando alguna forma de energía o aporte de materia al proceso lo que implica un profundo estudio de este equipo para determinar cuál será la variable de control, veamos casos sencillos.

- **Tanque agitador**, continuo o no, la “reacción” es $A+B \text{ igual } C$ no hay reacción química y todos los productos están en fase líquida.

Mediante el control de nivel (LC) reponemos la cantidad de A consumida, la cantidad de B surge de un análisis de C (AT) quien actúa a través de su controlador (AC) sobre la válvula de alimentación respectiva (paralelamente la muestra obtenida para el análisis es reinyectada el tanque aprovechando la impulsión de la bomba).

Lógicamente la agitación forma parte del proceso pero no del Sistema de Control quien se limita a la proporción másica o a la estequiometría de la mezcla.

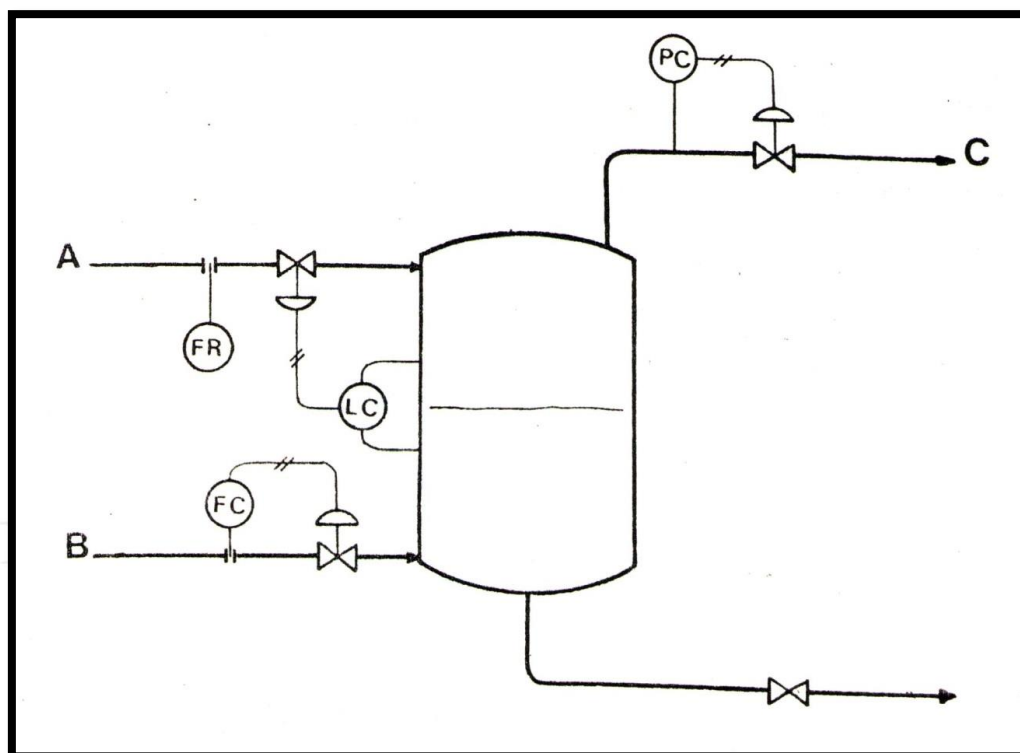


- **Tanque mezclador**, continuo, reactivo A líquido, reactivo B gaseoso, producto obtenido C en fase gaseosa.

El Control de nivel (LC) repone el reactivo A consumido, el registrador de flujo (FR) contribuye ajustar los valores fijados para el control del reactivo B.

El controlador de flujo (FC) fija el grado de agitación y el tiempo de residencia del reactivo B en la mezcla.

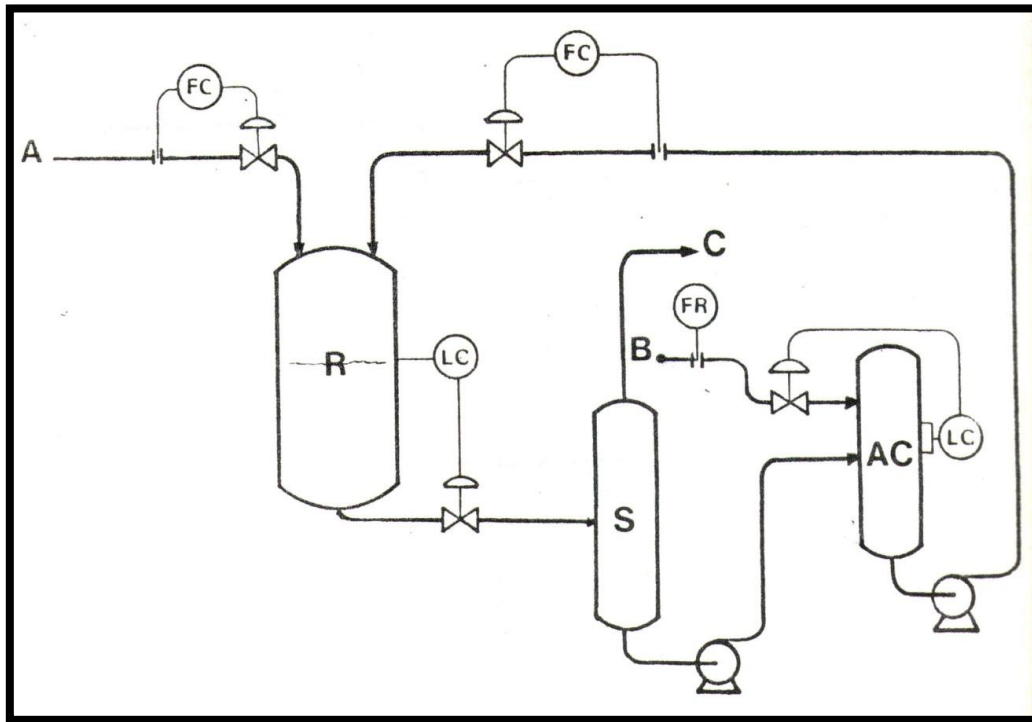
El controlador de presión (PC) regula la extracción del producto obtenido C, la válvula manual no corresponde al Sistema de Control (purga/vaciado del equipo).



En el último esquema se incluyen otros equipos que normalmente acompañan a un reactor químico, a saber: **Separador (S)**, en su interior se completa el proceso iniciado en el reactor obteniéndose el producto terminado C y un remanente no convertido. Este último es enviado a un **acumulador (AC)** donde se agrega el reactivo B y el producto así obtenido es enviado al reactor para su reproceso.

El Sistema de Control del Reactor considera: un **controlador de Flujo (FC)** que, según la indicación del medidor, acciona la válvula de control permitiendo el ingreso del reactivo A al equipo. Análogamente el **Controlador de nivel (LC)** acciona la válvula a él asociada permitiendo el ingreso de la mezcla así obtenida al Separador. Por su cabeza se extrae C, producto terminado, y del fondo se bombea al Acumulador el producto residual. En este equipo un controlador de nivel habilita el ingreso del reactivo B

siendo el producto resultante bombeado al Reactor en forma cuantificada por el controlador de flujo (FC) y su correspondiente válvula de control.



Iniciativas Empresariales
| estrategias de formación