

Automatización Industrial

Resumen Teórico – Parcial

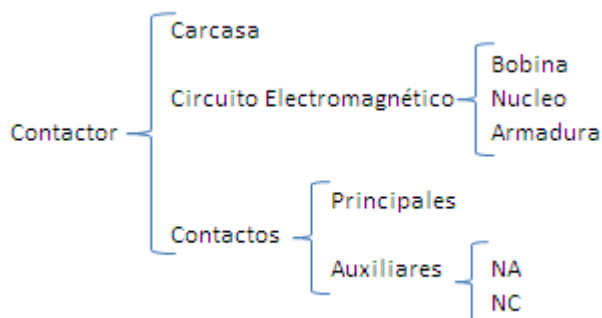
2º Cuatrimestre 2008

ELEMENTOS DE MANIOBRA Y PROTECCION DE MOTORES	2
Contactores.....	2
Partes del Contactor	2
Funcionamiento	3
Ventajas en el uso de contactores	3
Factores a considerar en la elección de un contactor	3
Elementos de mando y auxiliares	4
Tipos.....	4
Elementos Auxiliares de Mando	4
Elementos de Señalización	5
Elementos de Protección	5
Fusibles	5
Relés Térmicos	5
Relé Térmico Diferencial.....	6
Relé Termomagnético.....	6
Relé electromagnético.....	6
Relé eletromagnético diferencial.....	6
 NEUMATICA Y VALVULAS.....	7
Introducción a los Sistemas Neumáticos	7
Válvulas direccionales.....	7
Representación Esquemática	8
Consideraciones para la elección.....	9
Válvulas para el control de procesos – Válvulas globo	10
Válvulas para el control de procesos – Válvulas de eje rotatorio	11
Otras Valvulas	11
Obturadores.....	11
Cilindros y Similes	13
 PLC – Programmable Logic Controller	14
Definición	14
¿Qué es un PLC?	14
Arquitectura de un PLC.....	14
EL CPU – Memorias y Procesadores	15
 SENSORES.....	16
Descripción y acondicionamiento.....	16
Características de un sistema de medida	16
Tipos de Sensores.....	18
Detectores	19
Sensores de Temperatura.....	25
Sensores de Presión.....	28
Sensores de nivel	30
Caudalimetría.....	32

CONTACTORES

El **Contactador** es un interruptor accionado o gobernado a distancia por medio de un electroimán. Por lo tanto, establecerá o interrumpirá el paso de corriente por una instalación tan pronto se energice la bobina que tiene dentro.

PARTES DEL CONTACTADOR



Carcasa: Es el soporte fabricado en material no conductor que posee rigidez y soporta el calor no extremo. Sobre él se fijan todos los componentes conductores al contactador.

Bobina: Es un arrollamiento de cable de cobre muy delgado con un gran número de espiras, que al aplicársele tensión genera un campo magnético. Éste a su vez produce un campo electromagnético, superior al par resistente de los muelles, que a modo de resortes, se separan la armadura del núcleo, de manera que estas dos partes pueden juntarse estrechamente.

Cuando una bobina se alimenta con corriente alterna la intensidad absorbida por esta, denominada *corriente de llamada*, es relativamente elevada, debido a que en el circuito solo se tiene la resistencia del conductor. Esta corriente elevada genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo puede atraer a la armadura y a la resistencia mecánica del resorte o muelle que los mantiene separados en estado de reposo. Una vez que el circuito magnético se cierra, al juntarse el núcleo con la armadura, aumenta la impedancia de la bobina, de tal manera que la corriente de llamada se reduce, obteniendo así una *corriente de mantenimiento o de trabajo* más baja.

Núcleo: Es una parte metálica, de material ferromagnético, generalmente en forma de E y que va fija en la carcasa. Su función es concentrar y aumentar el flujo magnético que genera la bobina (colocada en la columna central del núcleo) para atraer con mayor eficiencia la armadura.

Se construye con una serie de láminas delgadas aisladas entre sí (para que no circule corriente entre ellas y de esta manera disminuir las corrientes de Foucault), unidas por fuertes remaches.

Suele tener *espiras de sombra*, que evitan el funcionamiento irregular del contactador cada vez que la tensión y el flujo magnético es 0 (aunque sean milisegundos).

Armadura: Elemento móvil, cuya construcción es similar a la del núcleo, pero sin espiras de sombra. Su función es cerrar el circuito magnético una vez energizada la bobina, ya que debe estar separado del núcleo, por acción de un muelle. Este espacio de separación se denomina cota de llamada.

Las características del muelle permiten que, tanto el cierre como la apertura del circuito magnético, se realicen de forma muy rápida, alrededor de unos 10 milisegundos. Cuando el par resistente del muelle es mayor que el par electromagnético, el núcleo no logrará atraer a la armadura o lo hará con mucha dificultad. Por el contrario, si el par resistente del muelle es demasiado débil, la separación de la armadura no se producirá con la rapidez necesaria.

Contactos: Son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de corriente ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina. Están compuestos por tres conjuntos de elementos:

- Dos partes fijas ubicadas en la coraza y una parte móvil colocada en la armadura para establecer o interrumpir el de la corriente entre las partes fijas. El contacto móvil lleva el mencionado resorte que garantiza la presión y por consiguiente la unión de las tres partes.
- Contactos principales: su función es establecer o interrumpir el circuito principal, consiguiendo así que la corriente se transporte desde la red a la carga. Ver (*)
- Contactos auxiliares: son contactos cuya función específica es permitir o interrumpir el paso de la corriente a las bobinas de los contactores o los elementos de señalización, por lo cual están dimensionados únicamente para intensidades muy pequeñas.

(*): Es importante destacar que los contactos principales tienen a su vez sistemas para evitar que cuando se desenergice la bobina, se evite que se forme una chispa / arco eléctrico (debido a la ionización del aire) entre los contactos. Este arco eléctrico suele dañar los contactores, y por eso se coloca en una **cámara 'apaga chispas'** que están diseñadas de manera tal de apagar rápidamente esta chispa mediante *soplado, disminución de la temperatura en la cámara, desionización del aire y fraccionamiento del arco.*

FUNCIONAMIENTO

Cuando la bobina es recorrida por la corriente eléctrica, genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo atraiga la armadura con un movimiento muy rápido. Al producirse este movimiento, todos los contactos del contactor cambian de posición solidariamente.

Cuando se desenergiza la bobina, los contactos vuelven a su posición original en reposo.

VENTAJAS EN EL USO DE CONTACTORES

1. Control y automatización de equipos y máquinas
2. Automatización en el arranque y paro de motores
3. Posibilidad de maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas
4. Posibilidad de control de máquinas desde varios puntos de maniobras
5. Seguridad del personal
6. Ahorro de tiempo al realizar maniobras prolongadas

FACTORES A CONSIDERAR EN LA ELECCIÓN DE UN CONTACTOR

1. Tipo de corriente, tensión y frecuencia de alimentación de la bobina
2. Potencia nominal de la carga
3. Clase de carga
4. Condiciones de servicio: *ligera, normal, dura o extrema*
5. Frecuencia de maniobras (robustez mecánica y eléctrica)
6. Numero de contactos auxiliares necesarios
7. Posición de funcionamiento (vertical u horizontal)

ELEMENTOS DE MANDO Y AUXILIARES

Los elementos de mando son aquellos que actúan accionados por un operario para establecer el diálogo hombre-máquina.

TIPOS

Pulsadores: Dispositivo utilizado para activar alguna función. Una vez que se presiona, se activa, cuando se suelta vuelve a su posición original en reposo.

Manipuladores: Su accionamiento se realiza con la ayuda de una palanca, pudiéndose realizar variadas maniobras, según el movimiento que se realice.

Selectores o Interruptores giratorios: Se usan cuando es necesario elegir un determinado tipo de maniobra. Los hay de 2 o más posiciones, para retorno automático o con posición mantenida, y en variedad de formas.

ELEMENTOS AUXILIARES DE MANDO

Son aparatos con funciones similares a la de los pulsadores, pero que a diferencia de éstos, no son accionados por el operario, sino por otros factores, como presión, tiempo, luz, acción mecánica, temperatura, etc.

Interruptores de posición: Ver apunte de sensores

Temporizadores: Son aparatos en los cuales se abren o cierran determinados contactos al cabo de un tiempo preestablecido luego de haberse abierto o cerrado su circuito de alimentación.

Se pueden clasificar por su forma de temporizar *'al trabajo'* o *'al reposo'*. Los primeros son aquellos cuyos contactos actúan después de cierto tiempo de haber sido energizado. Los temporizadores *'al reposo'* actúan después de cierto tiempo de haber sido desenergizados.

Clasificación según las técnicas constructivas:

- Temporizador con mecanismo de relojería: Aparato en el cual la temporización se consigue mediante un sistema comparable al de los relojes mecánicos. El conteo del tiempo se inicia en el momento que se energiza un pequeño motor de velocidad constante, que mueve una serie de engranajes.
- Temporizador neumático: La temporización se obtiene por la entrada regulada de aire a un fuelle hasta que se llene y accione los contactos del temporizador. La regulación del tiempo se realiza por medio de un diafragma que de acuerdo a la distancia entre ellos, permiten el mayor o menor paso de aire.
- Temporizador electrónico: Son aquellos cuyo sistema de funcionamiento está conformado por circuitos electrónicos.

Presostatos: Ver apunte de sensores

Termostatos: Ver apunte de sensores

Detectores: Ver apunte de sensores

ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN

Son todos aquellos dispositivos cuya función es indicar o llamar la atención sobre el correcto funcionamiento o paros anormales de las máquinas, aumentando así la seguridad del personal y facilitando el control y mantenimiento de las máquinas y equipos.

Se clasifican en **Acústicas** (señales que son perceptibles por el oído, como chicharras o timbres) y **Ópticas** (señales que son perceptibles por la vista, ya sean simbologías o lámparas luminosas).

Para conectar se suele hacer de tres maneras distintas.

1. Mediante el uso de contactos auxiliares normalmente abiertos
2. Conectándolo en paralelo con la bobina del contactor
3. Usando el contacto NA del relé térmico (para señalización de paro de emergencia)

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Son dispositivos cuya finalidad es proteger una carga, los aparatos de maniobra y la instalación en sí, contra posibles daños producidos por el paso de intensidades inadecuadas que pueden ser de origen mecánico (bloqueos, sobrecargas, excesivas puestas en marcha) o de origen eléctrico (sobretensiones, caídas de tensión, desequilibrio de fases, cortocircuitos, etc.)

FUSIBLES

Es un dispositivo constituido por un filamento o lámina de metal o aleación de bajo punto de fusión que se intercala en un punto determinado de una instalación eléctrica para que se funda (por efecto Joule) cuando la intensidad de la corriente supere un determinado valor que pueda poner en peligro la integridad de los conductores de la instalación. Protege ante cortocircuitos y ciertas sobrecargas.

Rangos de tensiones de trabajo: **hasta 132 kV**

Rangos de la intensidad de la corriente de corte: **hasta 200 kA**

RELÉS TÉRMICOS

Son elementos de protección contra sobrecargas (debe usarse una por fase) cuyo principio de funcionamiento se basa en la deformación de ciertos materiales (bimetales) bajo el efecto del calor, para accionar y cuando este alcanza ciertos valores unos contactos auxiliares que desenergicen todo el circuito y energicen el elemento de señalización.

El calor necesario para curvar o flexionar la lámina bimetálica es producido por una resistencia, arrollada alrededor del bimetálico que está cubierto por una capa de asbesto, a través de la cual circula la corriente que va de la red al motor. Los bimetales comienzan a curvarse cuando la corriente sobrepasa el valor nominal para el cual ha sido dimensionado, empujando una placa de fibra hasta que se produzca la apertura del contacto. El tiempo de desconexión depende de la intensidad de la corriente que circule por la resistencia.

El relé actuará correctamente y en el tiempo esperado, solamente en casos en que la absorción de corriente, por parte de la carga, sea demasiado alta o esté causada por una sobrecarga mecánica, caída apreciable de tensión cuando el motor esté funcionando a plena carga, un arranque seguido por un bloqueo de la máquina o una tensión insuficiente. Pero el relé no actuará si por algún otro motivo el motor está en problemas (como por ejemplo una disminución en el sistema de enfriamiento)

RELÉ TÉRMICO DIFERENCIAL

En ciertos casos el relé térmico común no es protección suficiente, por ejemplo cuando a un motor trifásico se le corta una fase y el motor corre el riesgo de que se le quemen las bobinas. Para ello está el relé térmico diferencial. Su funcionamiento se basa en la diferencia de curvatura de tres bimetales que cuando por efecto de una sobrecorriente se curva de más interrumpiendo el circuito de mando.

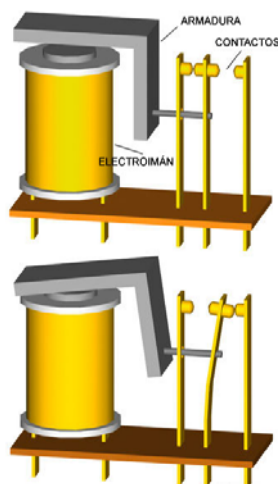
RELÉ TERMOMAGNÉTICO

También protege contra sobrecargas. Está conformado por un núcleo horizontal, sobre el cual se han bobinado dos arrollamientos de alambre: un primario, por el que circula la corriente de control y un secundario, cuyos extremos están unidos a un bimetel. Cuando la corriente a controlar pasa por el bobinado primario, crea un campo magnético que, por una parte tiende a atraer una lámina flexible hacia el núcleo y por otra induce en el secundario una corriente que la recorre y calienta el bimetel.

RELÉ ELECTROMAGNÉTICO

Su funcionamiento está basado en la fuerza producida por un electroimán sobre una armadura parecida a la de un contactor. Cuando la corriente que absorbe el motor es muy superior a la nominal, la bobina del electroimán crea un fuerte campo magnético, suficiente para ejercer una fuerza de atracción capaz de vencer el par resistente contrario.

Unidos a la armadura están los circuitos de mando, dando lugar por tanto a la apertura del circuito cuando la armadura se mueve. Al interrumpirse el circuito de alimentación, el relé vuelve a su posición de reposo por un resorte.



RELÉ ELECTROMAGNÉTICO DIFERENCIAL

Es análogo al anterior, solo que actúa por diferencia de corrientes entre fases, en el caso que haya una fuga a tierra en alguna de ellas. Este relé dispone de un circuito magnético en forma toroidal sobre el que se bobinan los conductores de las tres fases. En condiciones normales la suma geométrica de las corrientes de las tres fases es nula y no hay flujo resultante. Solamente cuando se presenta una corriente de fuga a tierra, y esta alcanza un valor de sensibilidad del aparato, se producirá un flujo resultante, induciendo en la bobina una corriente que anula el efecto del imán y haciendo que se abra un contacto, desenergizando el circuito de mando.

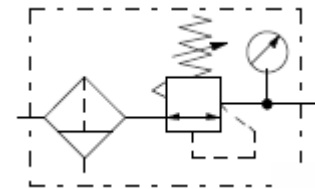
INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS NEUMÁTICOS

En los sistemas de automatización, se usan elementos neumáticos para accionar actuadores y pre-actuadores. Las presiones de trabajo rondan los 1,5 bares (presiones baja) y 15 bares (presiones altas).

Estos sistemas consisten básicamente en una fuente de alimentación (*compresores, filtros, secadores y sistema de distribución*), válvulas (*direccionales, lógicas, reguladoras*) y actuadores (*lineales – cilindros y rotativas – motor neumático*).

Entre las ventajas del uso de sistemas neumáticos tenemos:

- + Maneja en forma directa los movimientos lineales
- + Es fácil regular la velocidad de movimiento y la fuerza a través de la presión
- + No consume pico de energía en el arranque
- + Arranque más suave
- + No hay perturbaciones en otros sistemas
- + No es sensible al ruido eléctrico
- + Puede utilizarse en atmósferas explosivas
- + Seguro ante sobrecargas



U de Mant: Filtro/Separator/Reg. Presión

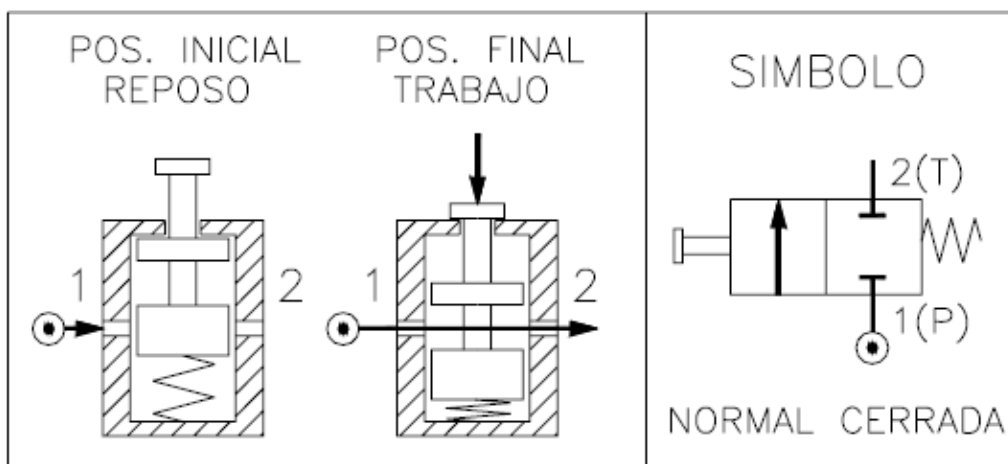
Entre las desventajas:

- No es de disponibilidad inmediata. Necesidad de instalar una fuente
- Más costosa
- Mal rendimiento en los movimientos de rotación
- Menor potencia disponible
- Tiempo de respuesta mayor
- Baja velocidad de transmisión de señales
- Distancias más cortas

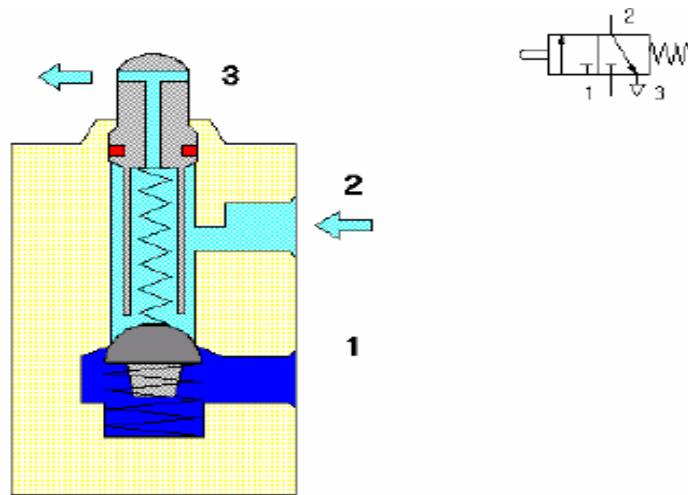
VÁLVULAS DIRECCIONALES

Las válvulas direccionales permiten controlar el arranque, la detención y la dirección del flujo de un fluido y con ello la dirección del movimiento y las posiciones de un cilindro por ejemplo.

Ejemplo: Válvula direccional 2/2 con pulsador



Ejemplo: Válvula direccional 3/2 con pulsador



REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA

REPRESENTACION ESQUEMATICA EN CIRCUITOS NEUMATICOS

Las válvulas se representan con cuadrados



La cantidad de cuadrados indica la cantidad de posiciones



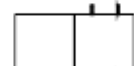
Las vías se representan en su interior por flechas que indican circulación del fluido.



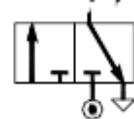
Las bocas cerradas se indican con líneas transversales.



Las conexiones a las válvulas se representan por trazos unidos al cuadrado que representa la posición de reposo (inicial).

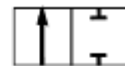


El círculo representa una fuente de presión y el triángulo el escape.



VALVULAS NEUMATICAS

2/2 - 2 vías 2 pos.



3/2 - 3 vías 2 posic.



4/2 - 4 vías 2 posic.





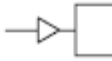
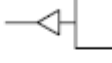



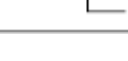

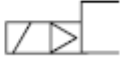
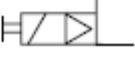


5/2 - 5 vías 2 posic.



5/3 - 5 vías 3 posic.



<p style="text-align: center;">MANDO MANUAL</p> <p>General </p> <p>Botón o pulsador </p> <p>Palanca </p> <p>Pedal </p>		<p style="text-align: center;">MANDO NEUMATICO</p> <p>Directo por presión </p> <p>directo por descarga </p>	
<p style="text-align: center;">MANDO MECANICO</p> <p>Palpador o esfera </p> <p>Resorte </p> <p>Rodillo </p> <p>Rodillo abatible </p>		<p style="text-align: center;">MANDO ELECTRICO</p> <p>Solenoides </p>	
		<p style="text-align: center;">MANDO ELECTRICO NEUMATICO</p> <p>Solenoides y piloto Neumático </p> <p>Solenoides y piloto Neumático con actuador manual </p>	

CONSIDERACIONES PARA LA ELECCIÓN

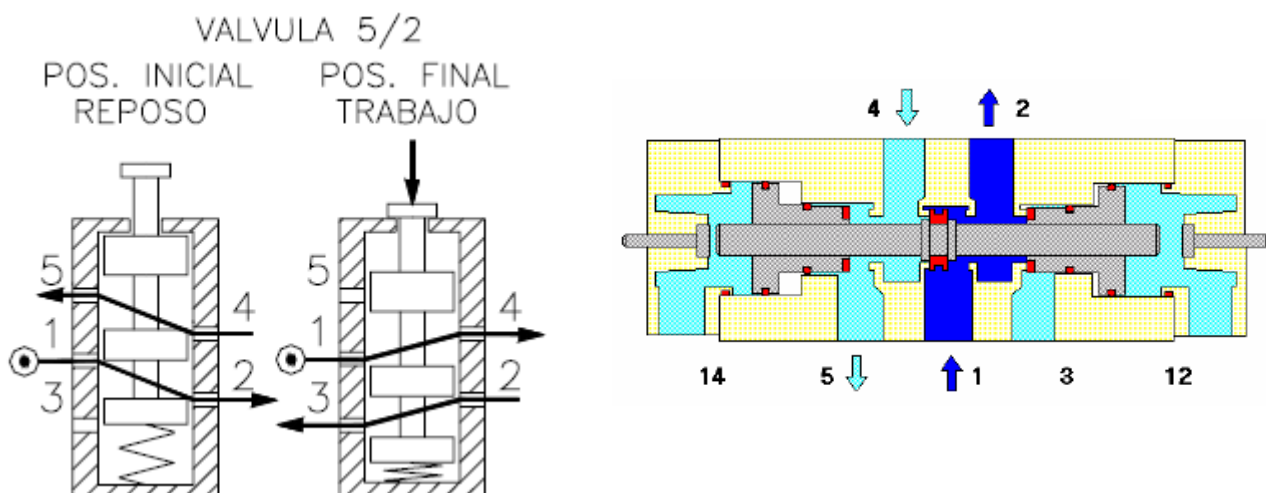
Número de Vías: Según el componente que se debe actuar

Cantidad de Posiciones: Definida por las condiciones operativas del circuito

Tipo de Mando: Determinado por la señal que se le desea dar a la válvula

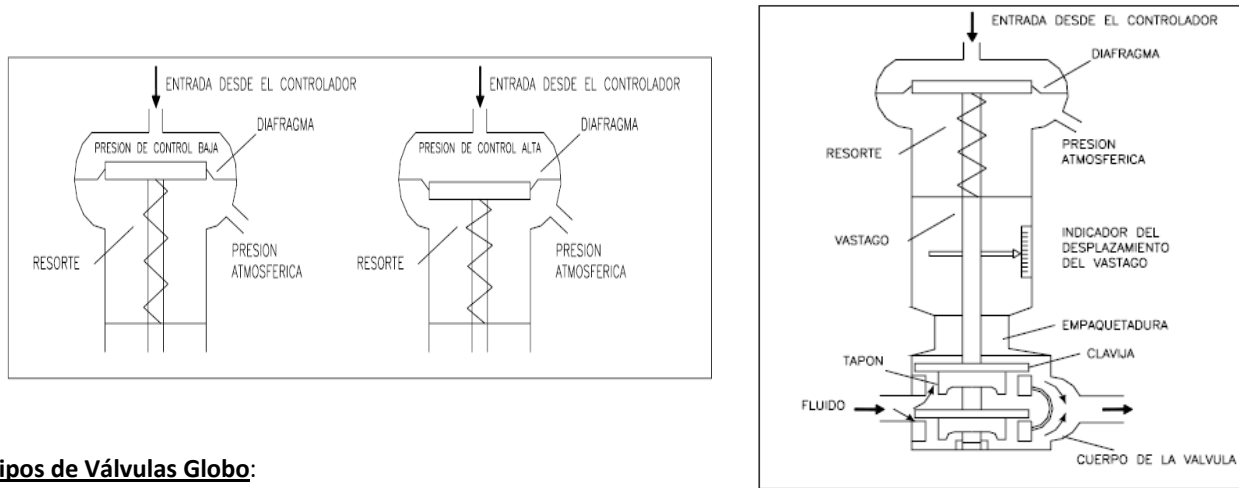
Tamaño: Relacionado con la capacidad de caudal y la presión. También hay que considerar la pérdida de carga

Ejemplo: Válvula Direccional 5/2 con pulsador



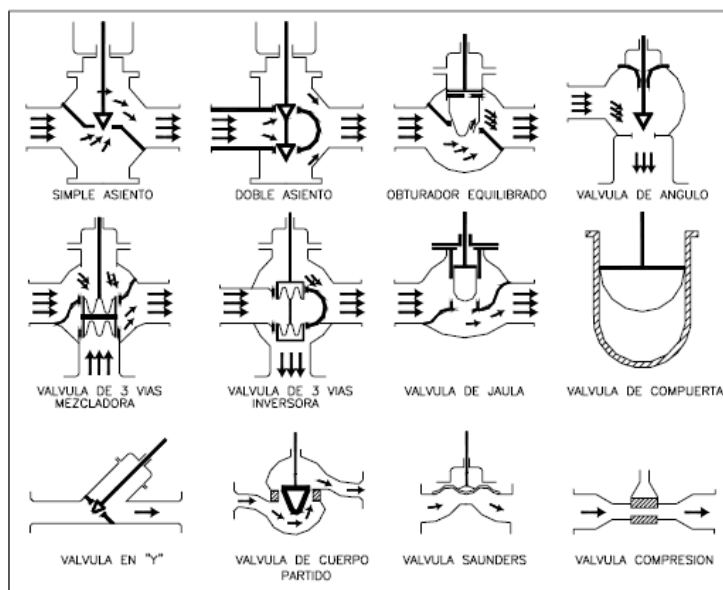
VÁLVULAS PARA EL CONTROL DE PROCESOS – VÁLVULAS GLOBO

El diafragma soporta una diferencia de presión entre la atmosférica y la del controlador y actúa en función a ella. Si la presión es alta, la fuerza que hará sobre el vástago hará que este baje y cierre la válvula. Si es baja el resorte antagonico hará que el vástago suba y abra nuevamente la misma.



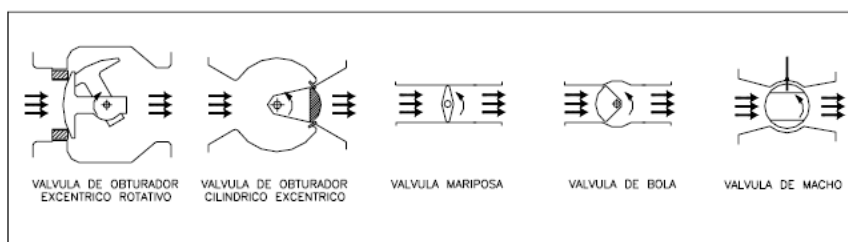
Tipos de Válvulas Globo:

- **Válvula globo de simple asiento:** Presión de fluido baja. Se precisa que las fugas en posición de cierre sean mínimas.
- **Válvula globo de doble asiento y de obturador equilibrado:** Válvulas de gran tamaño / Altas presiones. Fugas mayores.
- **Válvula en ángulo:** Flujo de caudal regular. Ideal para fluidos que vaporizan, con sólidos o a altas presiones.
- **Válvula de 3 vías:** Para mezclar fluidos o para bifurcar un fluido de entrada.
- **Válvula de jaula:** Tiene una jaula con orificios para regular el caudal precisamente. Apta para válvulas grandes y altas presiones diferenciales.
- **Válvula de compuerta:** El cierre se obtiene con un disco vertical. Control todo/nada. Poca resistencia si está abierta.
- **Válvula en Y:** Como válvula todo/nada tiene baja pérdida de carga. Como válvula de control buen caudal.
- **Válvula de cuerpo partido:** El fluido fluye suavemente. El asiento puede sustituirse fácilmente.
- **Válvula Saunders:** Ideal para fluidos agresivos.
- **Válvula de compresión:** Óptimo control para cierres parciales. Se utiliza para fluidos viscosos, corrosivos o con partículas en suspensión.



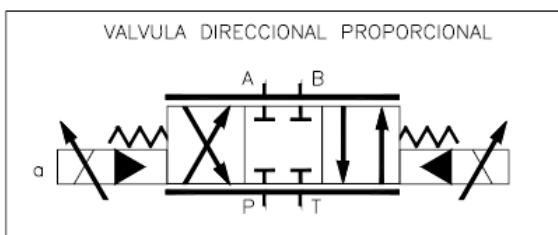
VÁLVULAS PARA EL CONTROL DE PROCESOS – VÁLVULAS DE EJE ROTATORIO

- **Válvula de obturador excéntrico rotativo:** El obturador tiene superficie esférica y un movimiento rotativo excéntrico. Gran capacidad de caudal y elevada pérdida de carga.
- **Válvula de obturador cilíndrico:** Bajo costo y alta capacidad. Fluidos corrosivos y líquidos viscosos.
- **Válvula mariposa:** Cierra herméticamente. Se emplean para control de grandes caudales y bajas presiones, ya que a altas presiones se necesita mucha fuerza del actuador para accionarla.
- **Válvula de bola:** Cierre rápido, pero con gran pérdida de carga.
- **Válvula macho:** Análoga a la válvula de bola. Tiene un giro de 90° solamente.



OTRAS VALVULAS

Válvulas Proporcionales: Con una válvula proporcional se pueden realizar programas y controles complejos tales como: aceleración, desaceleración y diferentes movimientos de un consumidor de AC. El sentido y la velocidad son controlados por un dispositivo electrónico. Se usan solo para funciones de mando.



Servo válvulas: Son válvulas en las que una pequeña magnitud de la señal de entrada provoca una gran magnitud en la señal de salida. Se utiliza por ejemplo en circuitos de posicionamiento o circuitos de regulación de velocidad.

OBTURADORES

La forma del obturador determina la relación que existe entre el desplazamiento del vástago y el efecto en el caudal.

Tapón de apertura rápida: Un pequeño desplazamiento del vástago produce un gran cambio en el caudal. Se utiliza cuando se requiere un control ON-OFF.

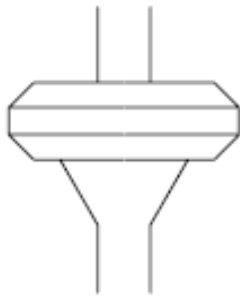
Tapón de contorno lineal: El cambio de flujo es proporcional al cambio en el desplazamiento del vástago.

$$\Delta Q = k \Delta S$$

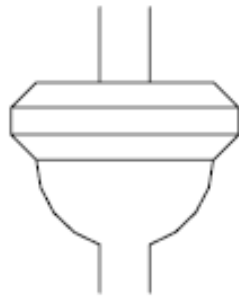
Tapón tipo porcentual igual (isoporcentual): Los cambios en porcentaje del caudal son iguales a los cambios en porcentaje de la posición del vástago de la válvula.

$$\frac{\Delta Q}{Q} = k \Delta S$$

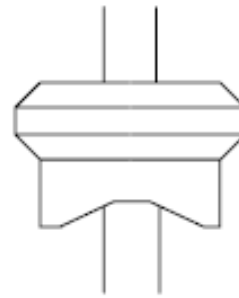
OBTURADORES



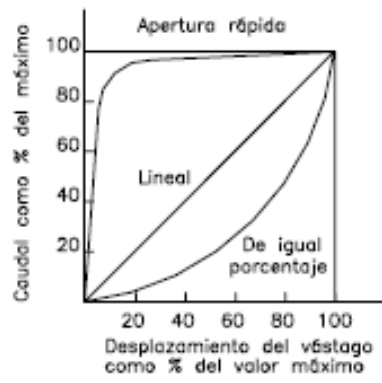
DE APERTURA RAPIDA



DE CONTORNO LINEAL



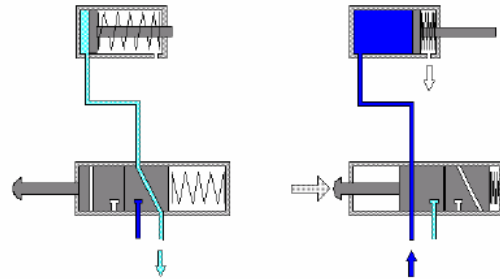
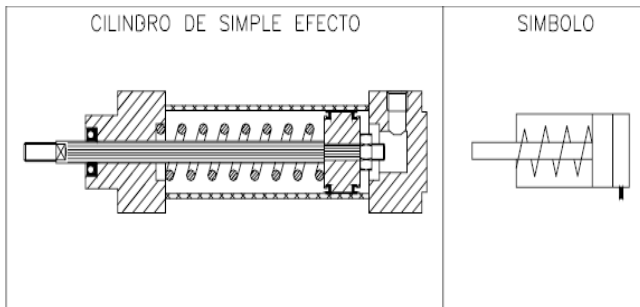
DE IGUAL PORCENTAJE



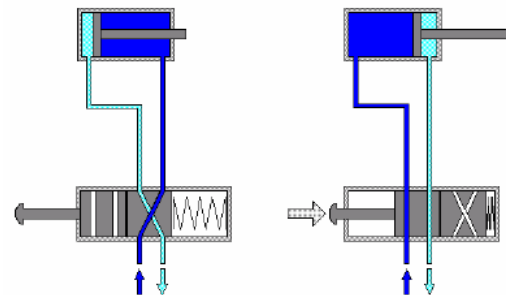
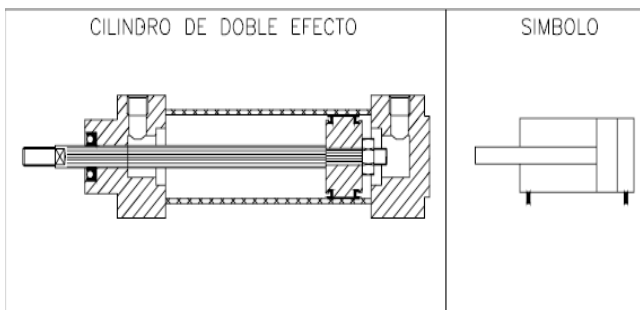
CILINDROS Y SIMILES

La función de los cilindros es realizar movimientos rectilíneos alternativos de translación y transmitir fuerzas.

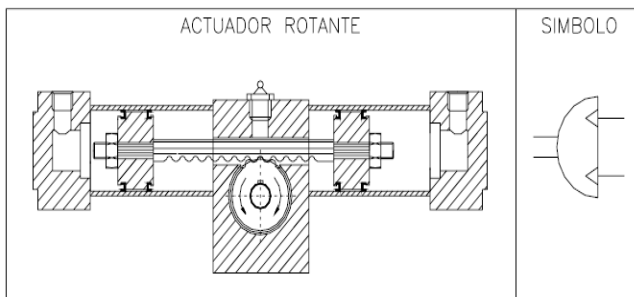
Cilindro de Simple Efecto



Cilindro de Doble Efecto



Actuador Rotante

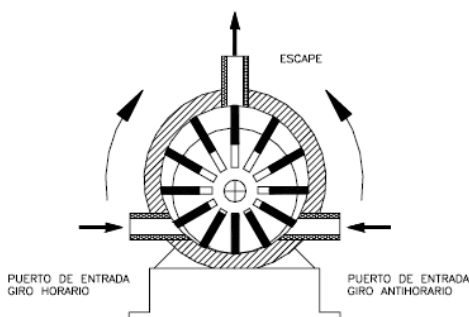


Aplicaciones:

- Rotación angular en órganos de maquina
- Transporte de piezas en alternadores
- Selección de pistas en transportadores
- Comando a distancia de válvulas rotantes

La velocidad se puede controlar en forma independiente en ambos sentidos variando el flujo. El par torsor se regula variando la presión.

Motor de álabes o paletas deslizantes



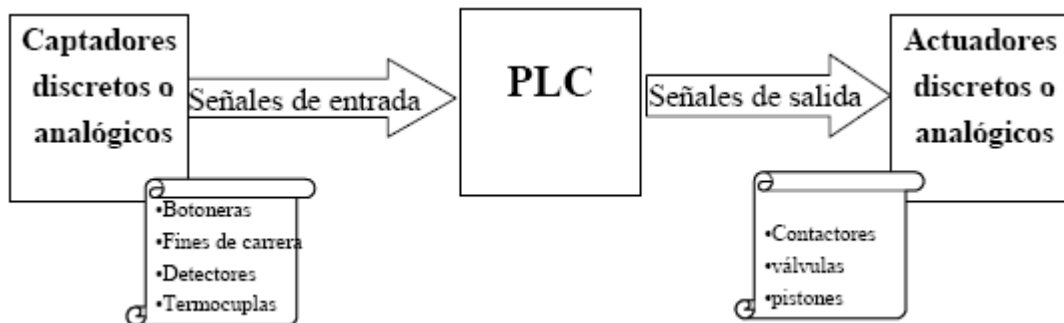
El fluido que ingresa por uno de los puertos ejerce una fuerza en una de las paletas y provoca el giro del motor, provocando además el desplazamiento hacia fuera de las paletas. Cada división va variando su volumen durante el giro.

DEFINICION

¿QUÉ ES UN PLC?

El PLC es un aparato digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, que permite la implementación de funciones específicas (tales como lógica, secuencias, temporizados, conteos, aritméticas) con el objeto de controlar máquinas y procesos.

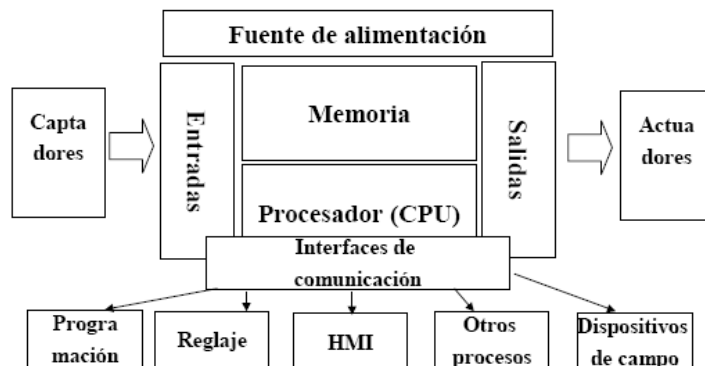
El PLC recibe señales de entrada de captadores y en función de lo que recibe, el programa determina las señales de salida que debe emitir para controlar el proceso.



Tipos de PLC

- **Relé Inteligente:** Cantidad de Entradas / Salidas fijas y solo funciones lógicas. Muy pequeño.
- **PLC Compacto:** Cantidad de E/S Fijas pero se puede ampliar por módulos fijos. Distintos lenguajes de prog. Todo esta contenido en un solo bloque.
- **PLC Modular:** Cantidad de E/S Variables, posibilidad de ampliación. Se arma sobre una base donde se coloca el CPU, la memoria, y las E/S.

ARQUITECTURA DE UN PLC



El PLC esta formado por diversas partes con sus respectivos roles en el funcionamiento del mismo:

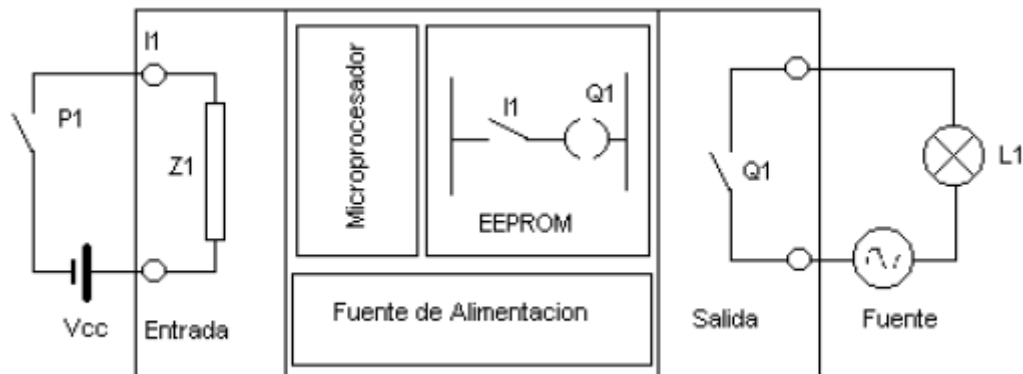
Fuente de Alimentación: Es la encargada de proveer tensión eléctrica de trabajo para los circuitos electrónicos.

CPU: Activa las salidas en función de las entradas y el programa del usuario. Tiene un procesador y memorias.

Módulo de Entradas: Adapta y codifica de forma comprensible para la CPU las señales provenientes a los dispositivos conectados. Puede ser digital o analógico (con un convertor).

Módulo de Salidas: Decodifica las señales de salida emitidas por la CPU y se las envía a los actuadores. También puede ser digital (a relés, transistores o triacs) o analógicos.

Interfaces: Permiten la conexión con otros dispositivos.



Cableado de Entradas y Salidas en el PLC

EL CPU – MEMORIAS Y PROCESADORES

Tipos de Memorias

- **Memoria RAM:** Es una memoria de lectura-escritura, muy volátil que se usa principalmente como memoria interna y únicamente como memoria de programa en el caso que pueda asegurarse su mantenimiento de los datos con una batería exterior (dado que ante un corte de luz se borra).
- **Memoria ROM:** Es una memoria de 'solo lectura', que se carga cuando se fabrica y luego es imposible su borrado. Se utiliza para guardar el 'firmware' del sistema.
- **Memoria PROM:** Es una memoria programable, que una vez que se graba no se puede borrar.
- **Memoria EPROM:** Es una memoria programable, que se puede borrar pero solo mediante rayos UV. Se usa para almacenar el programa del usuario.
- **Memoria EEPROM:** Es una memoria modificable, tal vez la mas importante de todas. También sirve para almacenar programas, que luego son transferidos/copiados al RAM.

Procesador

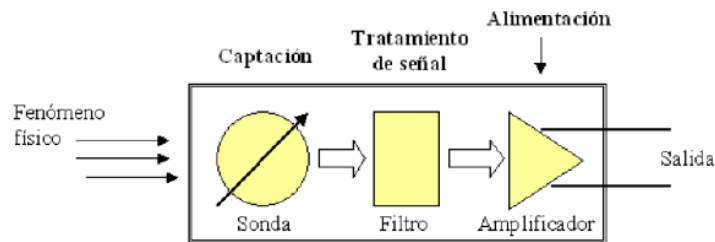
Procesa las instrucciones programadas en la memoria. Hay distintas maneras de programación:

- Lenguaje a contactos (programación gráfica): LADDER. Simil a la manera en que un electricista programa las instalaciones.
- Lenguaje por lista de instrucciones: Consiste en elaborar una lista de instrucciones que se asocian a simbolos.
- Diagrama de Bloques Funcional (DBF)
- Carta de Funcion Secuencial

DESCRIPCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO

El término Sensor se aplica a dispositivos o combinaciones de dispositivos que convierten señales o energía de una forma física en otra. Como sucede en los sistemas de medición donde un transductor proporciona una salida útil en respuesta a una variable física específica.

El dispositivo de entrada recibe la cantidad bajo medición y entrega una forma de onda eléctrica proporcional a él, esto significa que suministran una señal de salida cuando son estimulados por una entrada tales como temperatura (en un termistor) o intensidad luminosa (en células fotoeléctricas).



Acondicionamiento de la Señal: Parece ser que una vez que el sensor capta la señal, la capta con mucho 'ruido', se la condiciona y luego se digitaliza (nuevamente perdiendo calidad, dependiendo si es de 8 o 16 bits). Consiste en:

- Amplificar: Incrementa la potencia de la señal
- Filtrar: Elimina componentes no deseados de la señal
- Linealizar: Obtiene una señal lineal
- Modular: Modifica la señal para transmisión

El campo de medida es el rango en donde actúa el sensor, en cambio, el alcance es el modulo del rango, por ejemplo 15º.

CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE MEDIDA

Exactitud → Calidad de un instrumento para que sus indicaciones se aproximen al verdadero valor de la variable medida.

$$Error\ Absoluto = Resultado - Valor\ Verdadero$$

$$Error\ Relativo = \frac{Error\ Absoluto}{Valor\ Verdadero}$$

Repetitividad → Capacidad del sensor para dar el mismo valor de la magnitud medida al medir varias veces en unas condiciones determinadas.

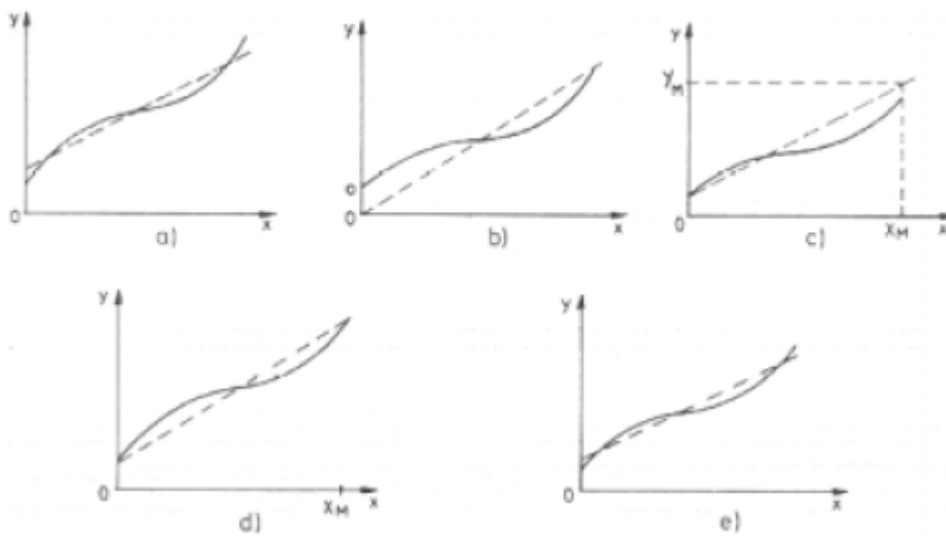


Sensibilidad o Factor de Escala → Pendiente de la curva de calibración, que puede o no ser constante. En los sensores es mejor tener una sensibilidad alta y en lo posible constante.

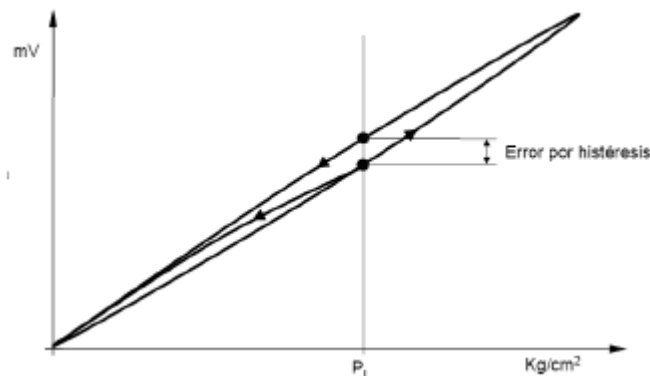
$$S(X_a) = \frac{\delta y}{\delta x}$$

Linealidad → Grado de coincidencia entre la curva de calibración y una recta determinada.

- a. Independiente: Línea de referencia determinada por cuadrados mínimos.
- b. Ajustada por 0: También por cuadrados mínimos, pero se agrega la restricción que tiene q pasar por el 0.
- c. Linealidad terminal: Se define por la salida sin entrada y la salida teórica máxima.
- d. Extremos: Se define según las salidas reales de la mínima entrada y la máxima entrada.
- e. Teórica: Definida por la previsión teórica formulada al diseñar el sensor



Histéresis → Un mismo valor de la magnitud de entrada puede provocar salidas diferentes dependiendo del sentido en el que se haya modificado la entrada (creciente o decreciente).

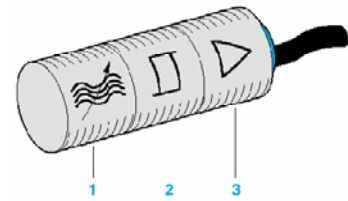


Detectores	19
Inductivos	19
Fin de carrera	19
Magnéticos	20
Capacitivos	21
Ópticos	22
Ultrasónicos	23
Sensores de Temperatura	25
Termómetros	25
Termorresistencias - RTD	25
Termistores	26
Termocuplas	26
Sensor de T ^º Infrarrojo	27
Sensores de Presión	28
Mecánicos	28
Electromecánicos	29
Sensores de nivel	30
Medición Directa	30
Capacitivos	30
Hidrostáticos	30
Mecánicos	30
Ondas: Ultrasónico, Radar y guiadas	31
Caudalimetría	32
Medición por presión diferencial	32
Mecánicos	33
Rotámetros	33
Medición por Vortex	34
Magnéticas	34
Medidores másicos	35
Ultrasónicos	36

INDUCTIVOS

Se compone de un circuito tanque donde el inductor es el elemento detector, y un capacitor tiene un valor tal que pone al sistema en resonancia.

Un circuito comparador mide la tensión del capacitor con respecto a una tensión patrón prefijada. Cuando el circuito tanque está en resonancia, la tensión en el capacitor es máxima. En esas condiciones, el comparador no entrega salida. Si se acerca un elemento metálico al inductor, se producen en él corrientes de Foucault que lo sacan de resonancia. En esas circunstancias, la tensión en el capacitor cae, y el comparador entrega una salida proporcional a la diferencia entre la máxima y la que ahora existe en el capacitor.



Composición del detector de proximidad inductivo
1 Oscilador
2 Etapa de tratamiento
3 Etapa de salida

Detecta cualquier tipo de metal porque inducen corriente en el elemento que se acerca.

Los detectores de proximidad inductivos permiten detectar sin contacto objetos metálicos a una distancia de 0 a 60 mm. (ZONA ACTIVA)

Se encuentran en aplicaciones muy variadas tales como la detección de posición de piezas de máquinas (levas, topes, engranajes), el conteo de presencia de objetos metálicos, como envases y contenedores. Control indirecto de nivel, etc.

Ventajas

- Sin contacto físico con el objeto, por lo tanto, sin deterioro y es posible detectar objetos frágiles, o recién pintados.
- No dependen del color del objeto. No tienen zona ciega. Baja dependencia de la superficie a detectar.
- Frecuencias de funcionamiento elevadas, detección de eventos de corta duración.
- Muy buena resistencia a los entornos industriales (productos resistentes completamente encapsulados en resina). No se ven afectados por la humedad, polvo o suciedad.
- Aparatos estáticos: sin piezas en movimiento dentro del detector, por lo tanto, duración de vida independiente del número de ciclos de maniobras

Desventajas

- Solamente detectan objetos metálicos
- Dependiendo del material a detectar la distancia de operación será distinta, pero cualquier objeto metálico será detectado
- La distancia de operación es más corta que para otro tipo de Sensores. Esta depende del diámetro de la bobina del Sensor y de que esta esté blindada o no.
- Pueden ser afectados por campos magnéticos. Para disminuir este efecto existen técnicas de montaje

FIN DE CARRERA

Es un dispositivo electromecánico que consta de un accionador unido mecánicamente a una serie de contactos.

Cuando un objeto entra en contacto físico con el accionador, el dispositivo activa (o acciona) los contactos (o interruptores) para establecer o interrumpir una conexión eléctrica.

Permiten detectar: PRESENCIA / AUSENCIA / PASO / POSICION

Son muy utilizados por:

- Sencillez de operación / instalación
- Resistencia y robustez

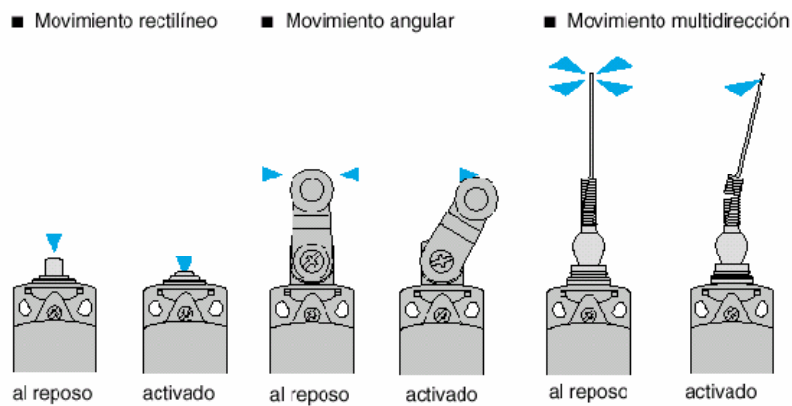
Ventajas

Desde el punto de vista eléctrico:

- Separación galvánica de los circuitos.
- Muy buena aptitud para conmutar corrientes de baja carga, según el modelo, combinado con una gran resistencia eléctrica.
- Muy buena resistencia a los cortocircuitos en combinación con los fusibles adecuados.
- Inmunidad total a los parásitos electromagnéticos.
- Tensión de empleo elevada.

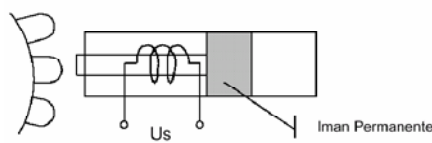
Desde el punto de vista mecánico

- Apertura positiva de los contactos.
- Gran resistencia a los diversos entornos industriales (ensayos normalizados y específicos en laboratorio).
- Buena fidelidad, hasta 0,01 mm en los puntos de activación

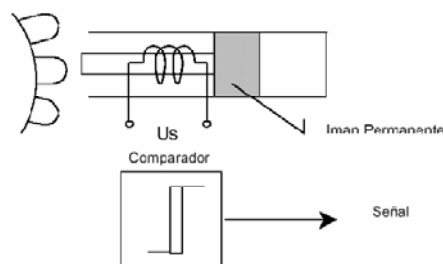


MAGNÉTICOS

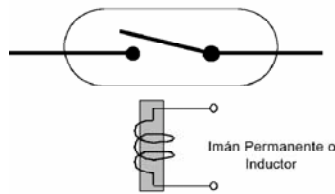
Pick-Up Pasivos: Producen fuerza electromotriz inducida al variar la reluctancia del circuito y por consiguiente el flujo. Se usan para medir velocidad de ejes, sincronización de mecanismos, etc. Esta FEM_i puede llegar a 150 V.



Pick-Up Activos: Para entrehierros, grandes del orden de 4 mm la FEM_i es muy chica para ser detectada como señal de salida. Entonces se agrega un comparador que da US igual 100% cuando existe señal. Además corrige la forma de ondas debido a la histéresis.



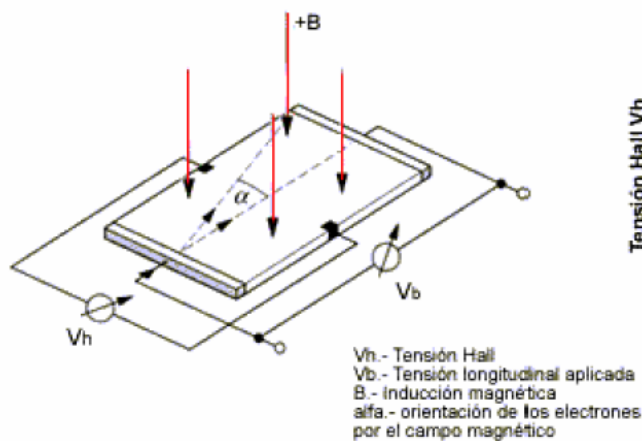
Reed Switch: Son ampollas de vidrio con un contacto metálico en atmósfera de un gas inerte, que se cierra por acción de un campo magnético exterior. Son muy baratos pero tienen poca vida útil porque se magnetizan.



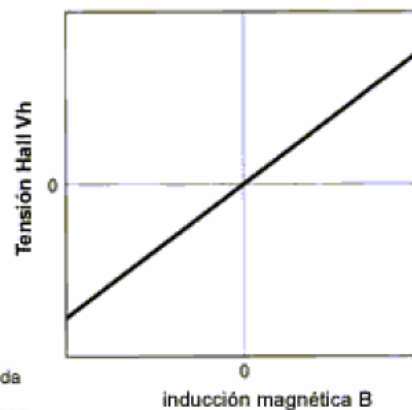
Detector de efecto Hall: Detecta la presencia de un campo magnético sobre una de sus caras. Por ejemplo en los árboles de leva. Estos tienen dientes de material ferromagnético que cuando pasan sobre el elemento sensor (plaquita semiconductor) atravesado por corriente, su campo magnético orienta los electrones de la plaquita, perpendicularmente a la dirección de paso de la corriente. Se forma así una señal de tensión.

Vale aclarar que necesita ser alimentado por una tensión, mientras que los otros sensores no necesitan ser alimentados.

Circuito de un sensor Hall

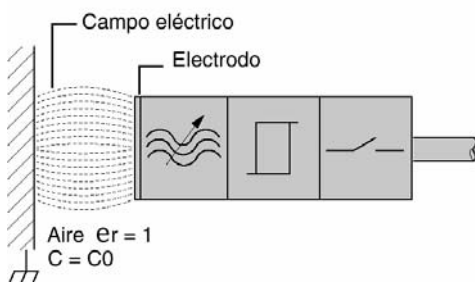


Curva característica



CAPACITIVOS

Un detector de proximidad capacitivo se compone básicamente de un oscilador cuyo condensador está formado por 2 electrodos situados en la parte delantera del aparato. En el aire ($\epsilon_r = 1$), la capacidad del condensador es $C_0 \cdot \epsilon_r$ es la constante dieléctrica y depende de la naturaleza del material. Cualquier material cuya $\epsilon_r > 2$ será detectado. Es muy común utilizarlos como detectores de nivel, especialmente para polvos y líquidos inflamables.



Usos:

- Control de nivel de diferentes productos:
- Detección y conteo
- Control de llenado y protección de desborde

Igual que para los detectores inductivos, el alcance nominal se define mediante una placa de medida cuadrada de acero dulce de 1 mm de grosor. El lado de la placa es igual al diámetro de la circunferencia de la cara sensible del detector.

Ventajas

- Elevadas frecuencias de funcionamiento.
- Detección de objetos de cualquier naturaleza, conductores o no, líquidos o sólidos como: metales, minerales, madera, plásticos, vidrio, cartón, cuero, cerámica, fluidos, etc.
- Producto de estado sólido sin piezas en movimiento larga vida útil. Pueden detectar a través de ciertos materiales

Desventajas

- La distancia de detección es corta (2 a 3 cm) dependiendo del material a detectar.
- No son selectivos respecto al objeto a detectar.
- Son muy afectados por condiciones ambientales, como polvos, suciedad o humedad.
- Si el sensor no es blindado el uso de campos de compensación contribuye a estabilizarlos.

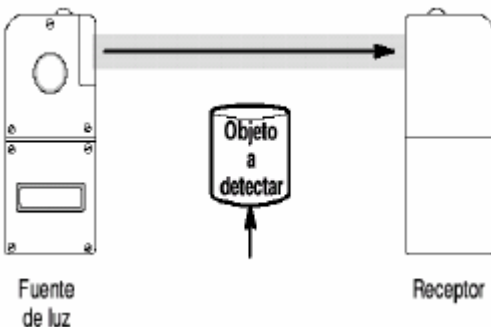
ÓPTICOS

Los sensores fotoeléctricos trabajan detectando el cambio en la cantidad de luz que, o bien es reflejada, o bien interrumpida por el objeto a detectar. El cambio en el haz de luz puede ser el resultado de la presencia o ausencia del objeto, o el resultado de un cambio en el tamaño, perfil, receptividad o color del mismo.

Se puede utilizar un sensor fotoeléctrico para aplicaciones que detecten a distancias inferiores a 5 mm (0.2 pulgadas) hasta 250 m (820 pies). Para la detección eficaz utilizando un sensor fotoeléctrico es necesario que el objeto a detectar provoque un cambio suficiente en el nivel de luz percibido por el sensor y que el usuario posea un conocimiento claro de los requisitos de detección.

Componentes básicos: Fuente de Luz, Sensor de Luz, Lentes (concentra los haces de luz) y Dispositivo de salida

Haz transmitido

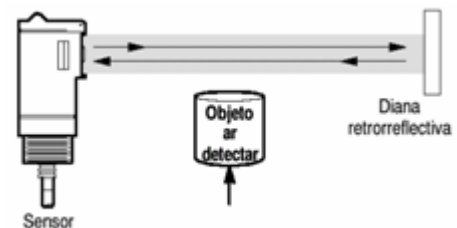


Fuente de luz y el receptor están separados y en posición opuesta una a la otra de manera que la luz de la fuente de luz brilla directamente sobre el receptor. El objeto debe bloquear el haz. Los sensores de haz transmitido proporcionan las distancias más largas de detección y el nivel más alto de margen operativos.

Son el mejor modo de detección en ambientes industriales sucios y polvorientos.

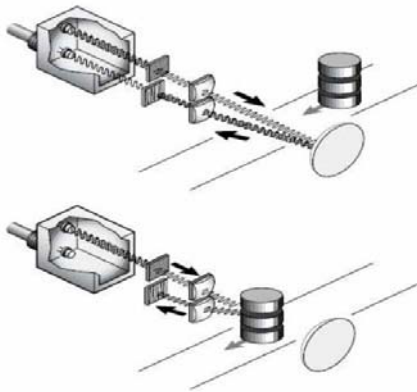
Retroreflectivos

El modo retroreflectivo (reflejo) de detección es el más común. Un sensor retroreflectivo contiene la fuente de luz y el receptor. El haz de luz emitido por la fuente de luz es reflejado por un objeto reflectivo especial y detectado por el receptor. El objeto se detecta cuando rompe este haz de luz. Para la detección retroreflectiva se utilizan reflectores especiales.



Los objetos reflectivos no necesitan ser perfectamente perpendiculares al sensor, pero hay que tener cuidado en que los objetos a detectar no sean muy brillantes ya que pueden afectar la detección.

Sensores polarizados retrorreflexivos

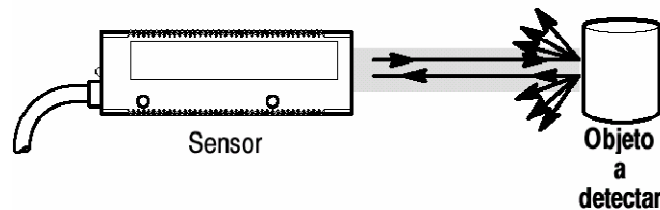


Ofrece solución al problema de detección mediante retrorreflexión para objetos brillantes. Contienen filtros polarizantes que no dejan ver la luz cuando es reflejada en un objeto brillante, en cambio, cuando pasa por la diana reflectiva que está detrás sí. De esta manera cuando el receptor no detecta nada es porque hay un objeto. Ofrecen un rango más corto que los otros.

Difusa

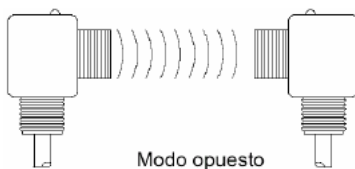
La luz es dispersada por la superficie en todos los ángulos y una pequeña porción es reflejada nuevamente para ser detectada por el receptor contenido en la misma carcasa. La meta de esta detección es obtener un margen relativamente alto al detectar el objeto. En ausencia del objeto, los reflejos procedentes de cualquier fondo que se halla detrás del objeto han de proporcionar un margen tan cercano a cero como sea posible. Las superficies brillantes pueden reflejar la mayor parte de la luz en dirección opuesta al receptor, lo que dificulta la detección. Los objetos muy oscuros o mate absorben la luz incidente y no reflejan, por lo que no pueden ser detectados.

Detección difusa



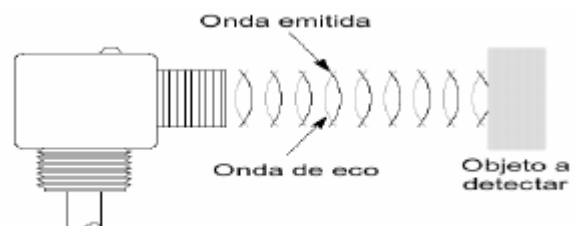
ULTRASÓNICOS

Funcionan emitiendo y recibiendo ondas de sonido de alta frecuencia ($\approx 200\text{kHz}$). Hay dos modos básicos de operación: Modo opuesto y difuso (eco).



En el **modo opuesto**, un sensor emite la onda de sonido y otro, montado en posición opuesta al emisor recibe la onda de sonido.

En el **modo difuso**, el mismo sensor emite la onda de sonido y luego escucha el eco que rebota de un objeto.

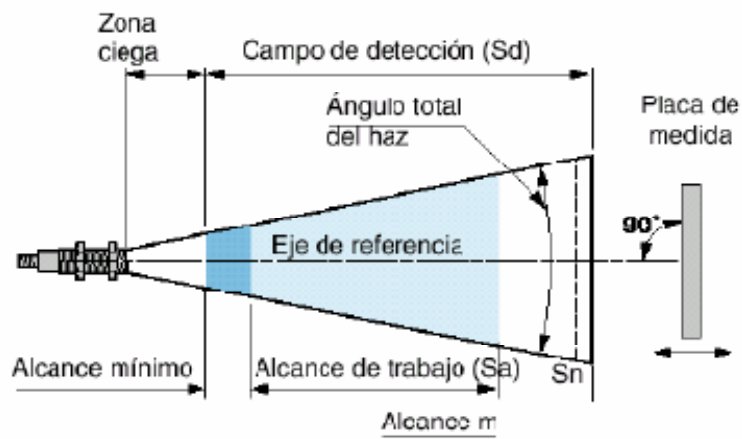


Los sensores ultrasónicos tienen una zona ciega inherente ubicada en la cara de detección. El tamaño depende de la frecuencia del transductor.

Los detectores ultrasónicos están especialmente adaptados a la detección de objetos duros y con una superficie plana perpendicular al eje de detección.

Factores que afectan el funcionamiento:

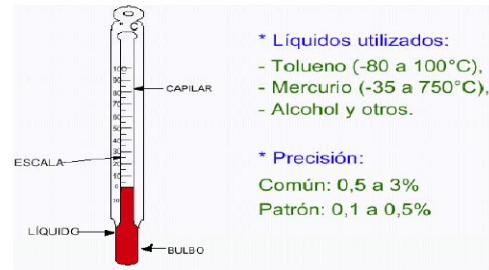
- Corrientes de aire que pueden acelerar o desviar la onda acústica emitida por el producto
- Gradientes de temperatura importante en el campo de detección
- Aislantes de sonido



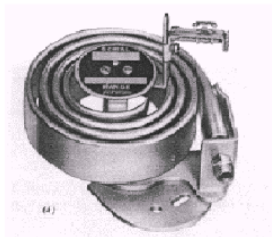
TERMÓMETROS

Termómetros de Vidrio:

Indican la Tº como diferencia entre el coeficiente de dilatación del vidrio y del líquido empleado.



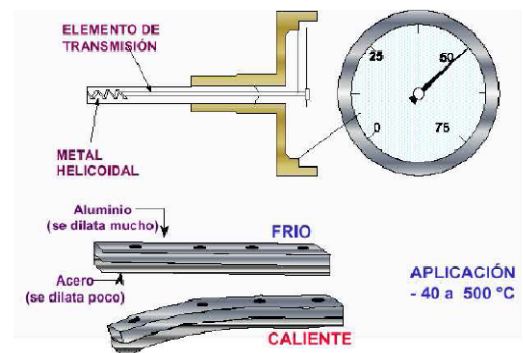
Termómetros de Bulbo:



La variación de Tº produce la expansión o contracción del fluido lo que deforma el recinto que lo contiene. La deformación es apreciada por un muelle Bourdon y transmitida a un indicador o transmisor. Rango (-40ºC a +425ºC). Precisión: 1%

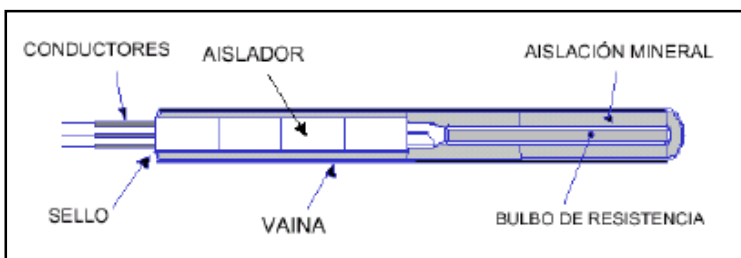
Termómetros Bimetálicos:

Constan de dos láminas metálicas con diferente coeficiente de dilatación, unidas sólidamente por sus extremos. Muy usados como termostatos. Cuando por efecto de la Tº se dilatan, se deforman produciéndose un desplazamiento mecánico cuya fuerza se emplea para mover una aguja indicadora. Rango: (0ºC a 500ºC). Precisión: 1%



TERMORRESISTENCIAS - RTD

Se basan en que la resistencia eléctrica de metales puros aumenta con la temperatura.



Rango: -270ºC a 660ºC

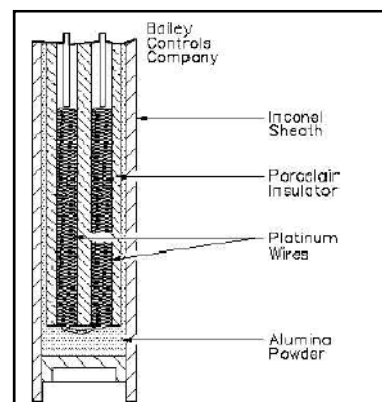
Precisión: 0,2%

Alta estabilidad y repetitividad

Buen Tiempo de Respuesta

Características de la construcción:

- Aleaciones de Platino y Níquel
- Resistente a la corrosión y ambientes hostiles
- Alta sensibilidad
- Estable



TERMISTORES

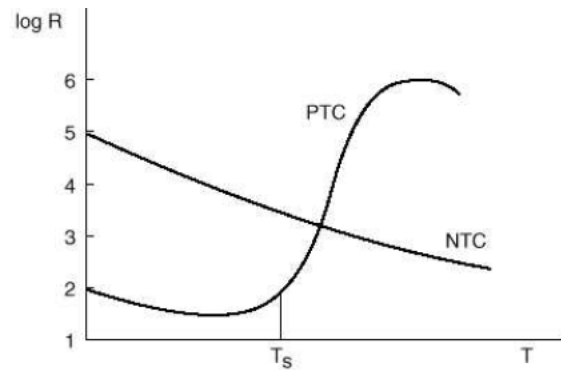
Transductor pasivo, sensible a la temperatura y que experimenta un gran cambio en la resistencia eléctrica cuando está sujeto a pequeños cambios en la temperatura. Se construyen con aleaciones de materiales semiconductores tales como óxidos de níquel, zinc, cobalto y manganeso.

La intensidad de la corriente está afectada por la temperatura.

$$R_{t_2} = R_{t_1} \times [1 + a(t_2 - t_1)]$$

Tipos de Termistores:

- **PTC:** Sufren un cambio de resistencia brusco al alcanzar cierta temperatura ($\approx 100^\circ\text{C}$) pasando de valores de centenares de ohm a decenas de mega-ohm.
- **NTC:** Coeficiente de temperatura negativo. Altamente sensible a cambios de temperatura.



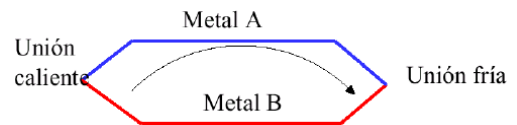
Características:

- Rango: -50°C a 150°C
- Tamaño reducido \rightarrow Mayor velocidad de respuesta
- Mayor sensibilidad de respuesta
- Autocalentamiento

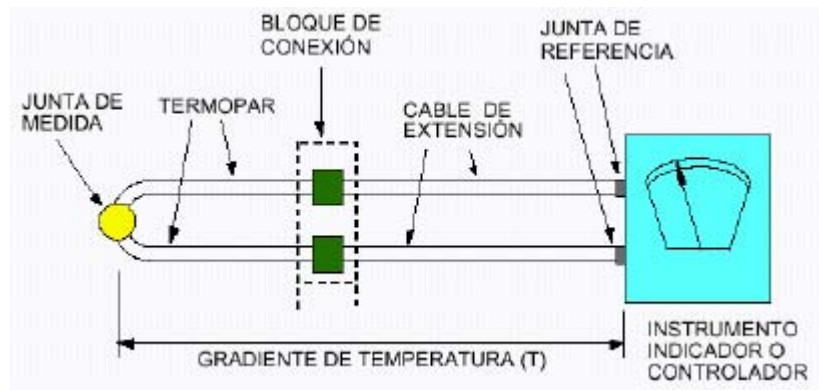
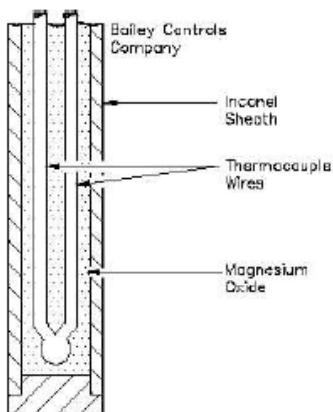
TERMOCUPLAS

Son sensores activos, que usan el efecto Seebeck: circula una corriente cuando dos hilos de metales distintos se unen y se calienta uno de los extremos. Se puede medir el voltaje que es proporcional a la diferencia de temperaturas. Necesita acondicionamiento de la señal, ya que es muy baja.

Una de las ventajas que tiene es que aguantan altas temperaturas (por ejemplo en calderas).

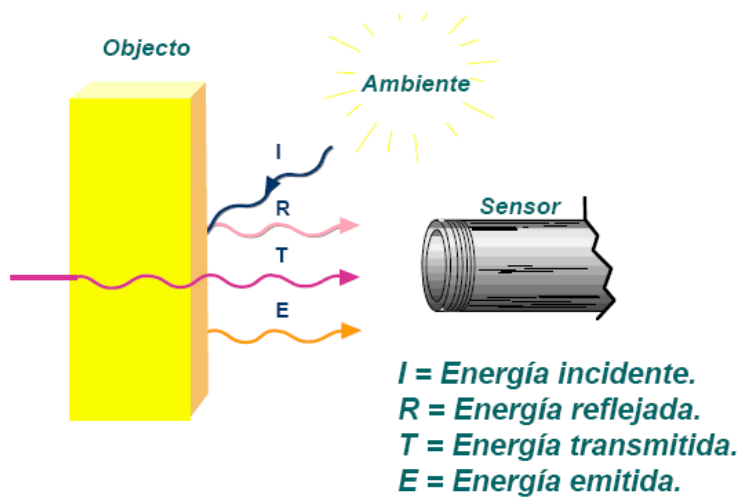


Cuando se somete a cambios de temperatura, fluirá una corriente por los alambres que será dependiente de la diferencia de temperaturas entre los puntos de medición y de referencia.



SENSOR DE Tº INFRARROJO

Es el único método de medición de temperatura sin contacto. Se basa en la ley Stefan-Boltzmann. Todas las sustancias a temperatura mayor que 0°K irradian energía. El sensor consiste en un sistema óptico que captura la energía radiada y la concentra en un detector.



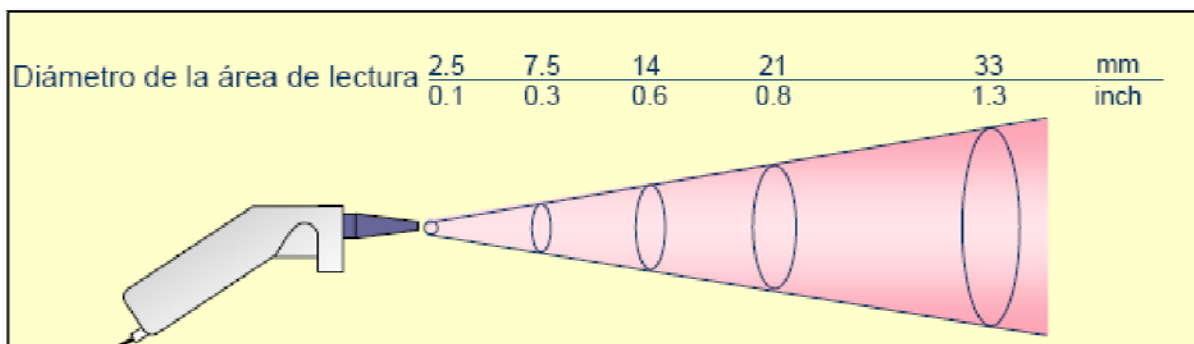
La capacidad de medición es directamente proporcional a la emisividad ϵ que depende de varios factores. Un cuerpo negro 'ideal' es el que tiene $\epsilon = 1$, que no emite ni refleja energía. Si no es negro, $\epsilon < 1$.

Donde 'r' y 't' son los coeficientes de reflexión y transmisión.

Factores que influyen la emisividad

- Ángulo de medición
- Geometría del cuerpo
- Terminación de la superficie
- Espectro de detección del pirómetro

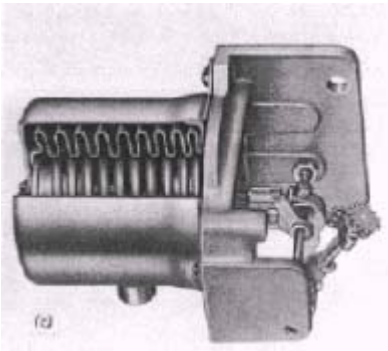
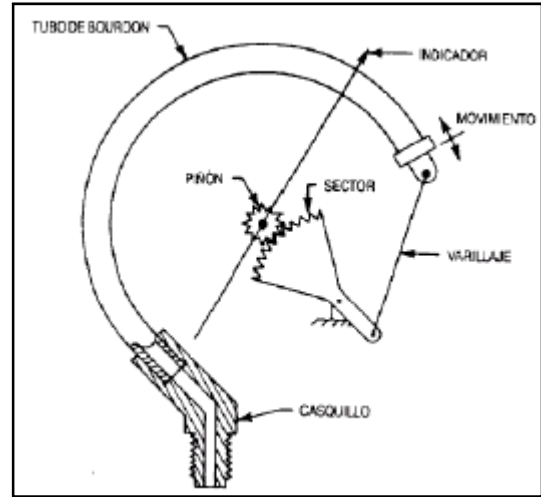
Resolución Óptica: La resolución óptica es la capacidad de visión del instrumento. Un instrumento con resolución óptica 3:1 indica que mira una unidad cada 3 unidades métricas.



MECÁNICOS

Tubo Bourdon

Tubo de sección elíptica que forma un anillo casi completo cerrado por un extremo y conectado a la fuente de presión por el otro. Al aumentar la presión en el interior del tubo éste se endereza, provocando un movimiento que es captado por una aguja indicadora o un transmisor.

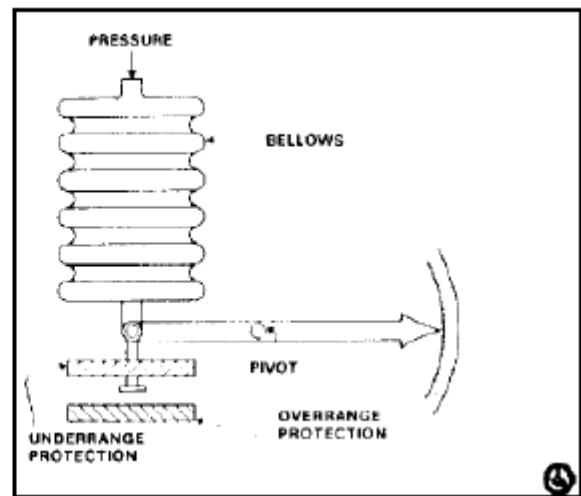
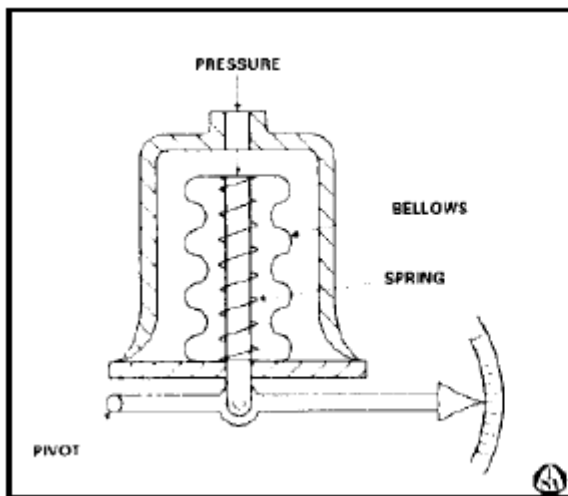


Fuelle

Tubo fino sin soldadura, ondulado, de acero inoxidable o latón, que por efecto de la presión se estira o contrae con un desplazamiento considerable.

Diafragma

Es similar al fuelle en concepto. Está formado por un disco metálico flexible con la superficie plana o con ondulaciones concéntricas.



Capacitivo

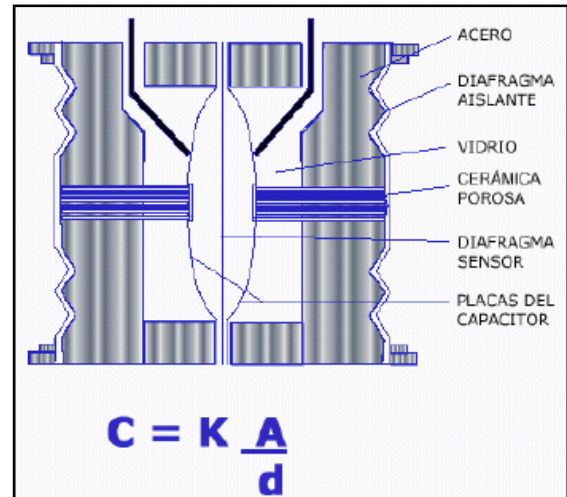
El fluido transmite la presión soportada por las membranas al diafragma, el cual se desplaza hacia un lado u otro proporcionalmente a la presión diferencial. Esto hace que varíe la constante dieléctrica entre las placas del condensador.

Celda Cerámica:

- Libre de Fluido
- Sin fatiga de material
- Libre de Histéresis
- Bajo efecto de la temperatura

Celda Metálica:

- Mínimo efecto del shock térmico
- Temperaturas hasta 200°C
- Sin sellos elastómeros



Consideraciones

Es importante el uso de sellos en las siguientes aplicaciones:

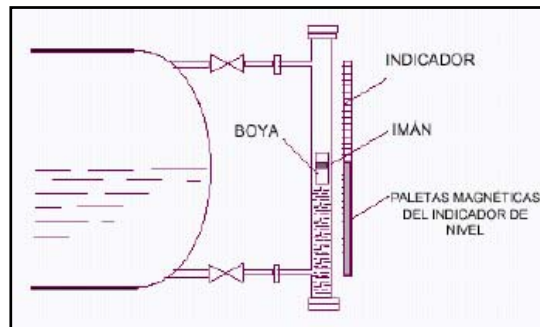
- Si el fluido del proceso es corrosivo para el dispositivo de medición
- El fluido es un gas o vapor con posibilidad de condensación por disminución de la temperatura durante la medición.
- El fluido es un líquido con sólidos en suspensión.
- El fluido es un líquido pastoso.
- El fluido no puede depositarse en el medidor.
- El fluido es peligroso.

Nunca colocar un sensor de presión cerca de una bomba dado que shocks de presión o vacío puede dañar la instalación.

MEDICIÓN DIRECTA

Flotador: Constituido por un flotador pendiente de un cable, un juego de poleas y un contrapeso exterior. Si ponemos un imán dentro del flotador hueco, podemos, junto con otro imán fuera del tanque, indicar en un calibre el nivel.

Magnético: Análogo al flotador, se usa coloca una boya con un imán en el tanque (o en una columna paralela unida al tanque) y luego un imán en un calibre.



Burbujeo: Mediante un regulador de caudal se hace pasar por un tubo (sumergido en el depósito hasta el nivel mínimo) un pequeño caudal de aire o gas inerte hasta producir una corriente continua de burbujas. La presión requerida para producir el flujo continuo de burbujas es una medida de la columna de líquido.

Sistema muy ventajoso en aplicaciones con líquidos corrosivos o con materiales en suspensión.

CAPACITIVOS

Se basa en medir la variación de capacitancia de un condensador cuando va variando el medio dieléctrico entre sus placas. Con el depósito metálico e introduciendo una sonda metálica sin contacto entre ambos, se forma un condensador. Al variar el nivel de líquido varía proporcionalmente la capacidad.

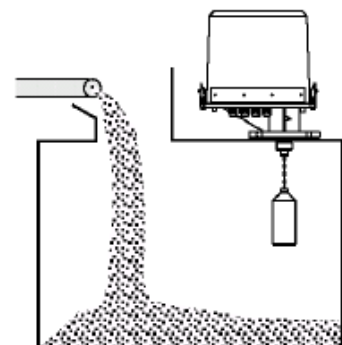
HIDROSTÁTICOS

Mide la presión que hay dentro del tanque. Si es un tanque abierto, se coloca un medidor de presión en el fondo del tanque. El nivel de líquido es proporcional a la presión en el fondo. Si es un tanque cerrado, se debe colocar un medidor en el fondo y una en la tapa. El nivel será proporcional a la diferencia de presión entre ambos sensores.

MECÁNICOS

Servoposicionador / Palpador

Mide de forma continua la tensión de un hilo del que prende un contrapeso. El sistema está en equilibrio cuando el contrapeso tiene un ligero contacto con el líquido. Al cambiar el nivel del líquido, varía la tensión del hilo lo que es detectado por el servoposicionador.

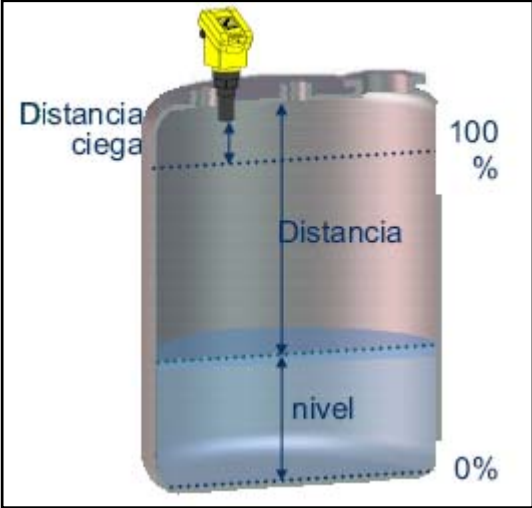


Sensor Ultrasónico

Pulsos de frecuencia ultrasónica son utilizados para medir la distancia entre el sensor y el medio.

Influyen la temperatura, presión y turbulencia del aire. También la humedad.

10 kHz \approx 100 kHz



Radar



Pulsos de muy alta frecuencia emitidos por una antena se utilizan para medir distancia al medio.

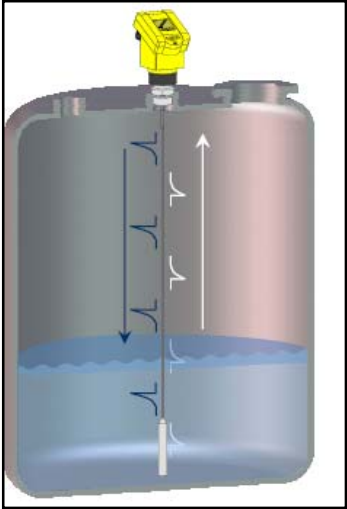
No es afectado ni por la presión, ni la temperatura ni la turbulencia del aire y tampoco por la densidad del líquido.

5,8 GHz \approx 24 GHz

Ondas Guiadas

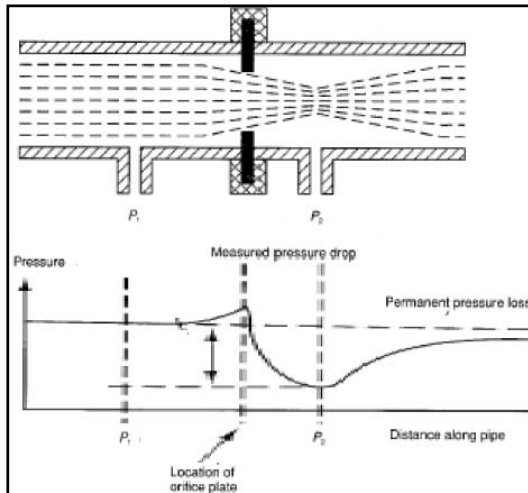
Pulsos de muy alta frecuencia son guiados por un cable o varilla y reflejados en el medio.

Aproximadamente frecuencias de 2 GHz



MEDICIÓN POR PRESIÓN DIFERENCIAL

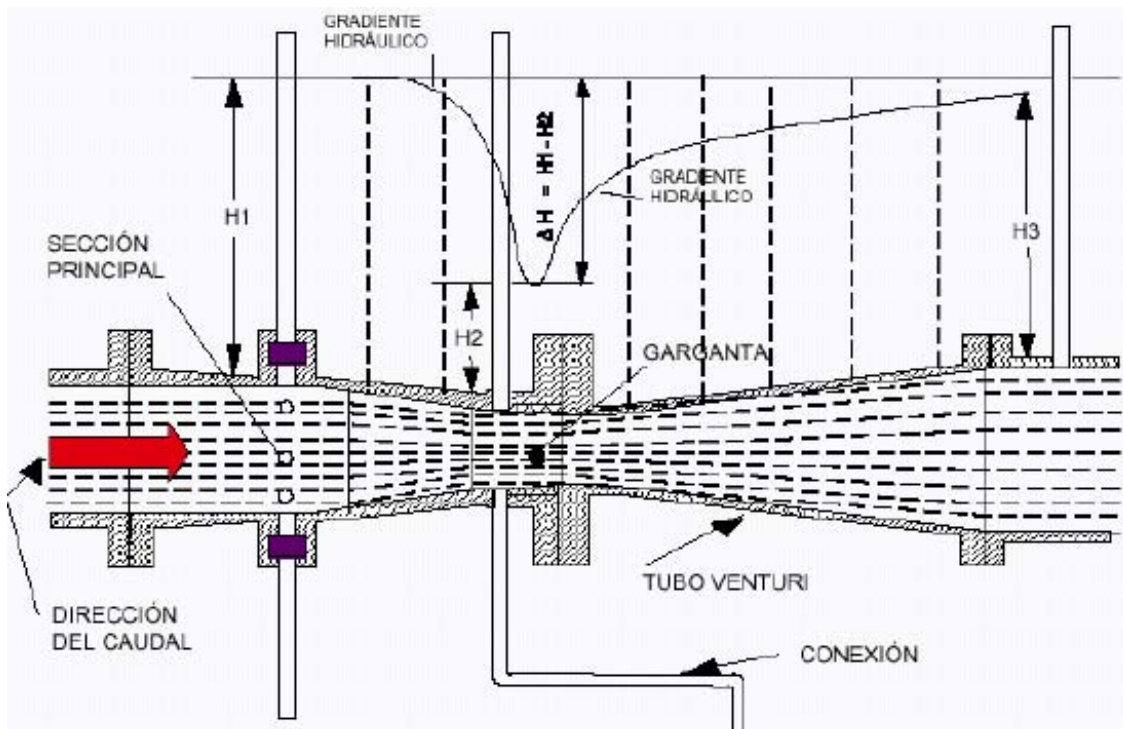
Consiste en medir el diferencial de presión que se genera en un estrangulamiento en una cañería, o en un tubo inserto en un fluido. De esta forma, el diferencial de presión es proporcional a la velocidad del fluido. El caudal es proporcional a una constante por la raíz cuadrada de la diferencia de presión.



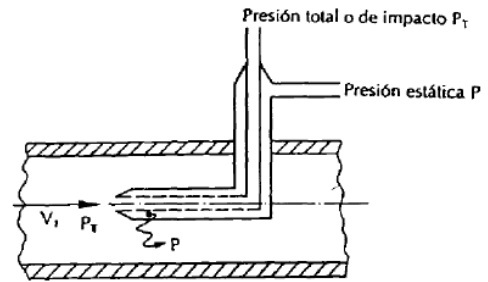
$$Q = K \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$$

Placa Orificio: Es una placa con un orificio. Se usa con líquidos limpios y gases. Los fluidos sucios producen erosión del filo de la placa. Se usan orificios excéntricos para permitir el paso de gases al medir líquidos y en la parte baja para dejar pasar sólidos suspendidos.

Tubo Venturi: Se utiliza cuando es importante limitar la caída de presión. Consiste en un estrechamiento gradual cónico y una descarga con salida también suave. Se puede usar para fluidos sucios y ligeramente contaminados. El alto coste restringe su utilización.



Tubo Pitot: Mide la velocidad en un punto. Consiste en un tubo de pequeño diámetro que se opone al flujo, con lo que la velocidad en su extremo mojado es nula. Midiendo la altura de la columna de líquido tenemos la presión total del punto. Si medimos la presión estática con otro tubo podemos calcular la velocidad como función de la diferencia de presiones.

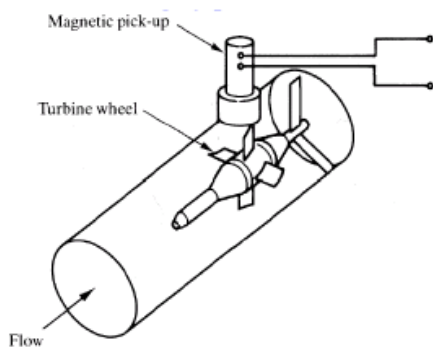


Annubar: Escasa caída de presión y bajo precio. Variante del Tubo Pitot. Se mide la presión en varios puntos obteniendo la media de estos valores y evitando el error que se produce en el TP.

MECÁNICOS

Turbina: Consiste en un elemento rotativo, que posee material magnético sobre sus paletas, que al girar y al pasar en cercanías de un captor magnético detecta y genera pulsos (proporcionales a la velocidad de giro).

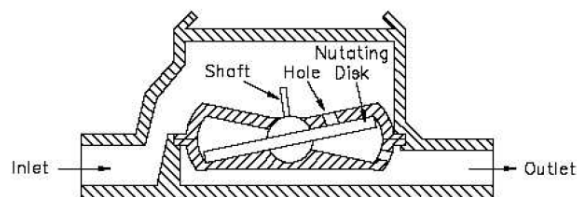
Otra variante mide la velocidad de rotación del rotor de la turbina, que gira proporcionalmente a la velocidad del fluido, por lo tanto se puede obtener el caudal instantáneo.



Ventajas: Muy precisos y aplicables a gases y líquidos de baja viscosidad.

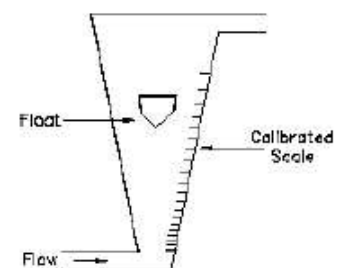
Desventajas: Pérdidas de carga y muchas partes móviles.

Desplazamiento Positivo: El flujo se divide en segmentos de volumen conocido, contando el número de segmentos en un intervalo de tiempo. Se usa en aplicaciones de fluidos de alta viscosidad y fluidos de menos de $m/s/cm$. No se pueden usar para fluidos sucios.



ROTÁMETROS

El fluido ingresa desde la parte inferior de un tubo cónico, levantando un contrapeso. Al circular el fluido el flotador busca la posición de equilibrio en la que la presión diferencial antes y después del contrapeso se equilibra con el peso de este menos el peso del líquido desplazado por este.



MEDICIÓN POR VORTEX

Cuando en un flujo se interpone un obstáculo en forma de cuña invertida este genera vórtices. Estos vórtices pueden ser detectados con sensores piezoeléctricos que se encuentran en la cuña.

Estos vórtices son desprendidos alternativamente en cada lado y linealmente con el valor de caudal. El caudal causa que los vórtices se liberen y formen una corriente vortex.

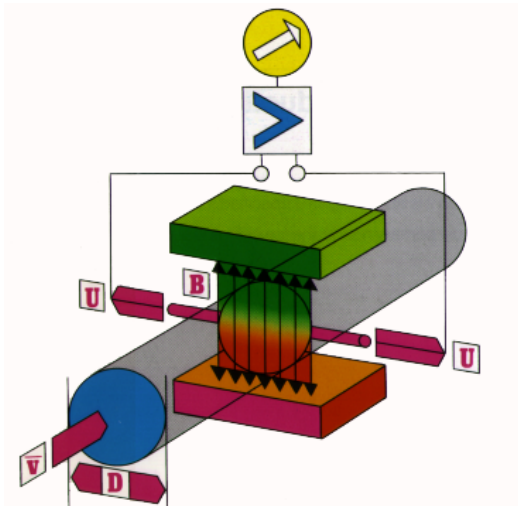
La frecuencia f del desprendimiento vortex es proporcional a la velocidad del fluido (v) e inversamente proporcional al ancho del cuerpo desprendedor (d):

$$f = S_t \times \frac{v}{d}$$

La pérdida de carga en estas mediciones es baja, y la precisión es de 1%

MAGNÉTICAS

Si un flujo de líquido conductor corta las líneas de un campo magnético se produce un diferencial de potencial proporcional a la velocidad del fluido que es tomado por los electrodos.



$$U = k \times B \times v \times d$$

U: Diferencia de potencial generado

k: Constante

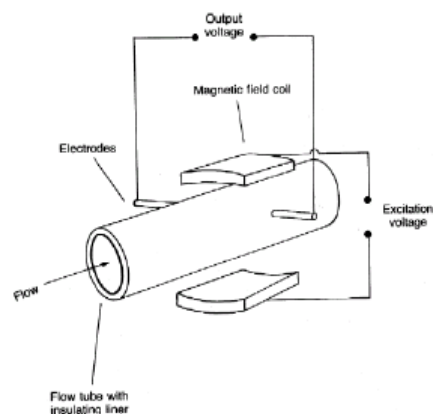
B: Inducción magnética

v: Velocidad media del fluido

d: Distancia entre electrodos

Consideraciones:

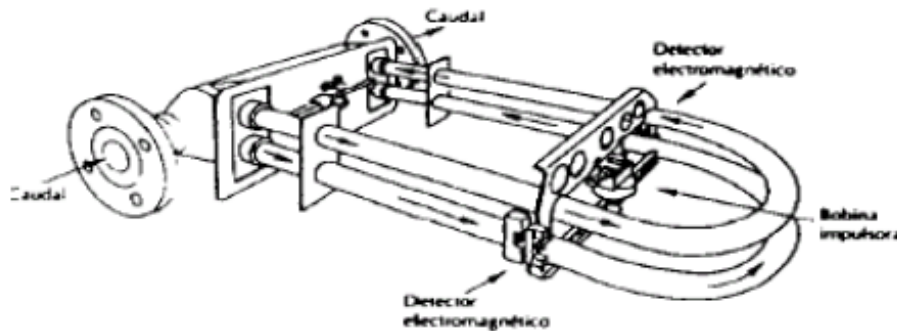
- El fluido debe ser conductor ($>5\mu\Omega/\text{cm}^2$) para que funcione.
- Lo que se mide es la velocidad v , y luego obtenemos $Q = v \cdot A$, pero debemos corroborar que el caño esté lleno o aplicar un coeficiente más.
- Se usa para líquidos sucios, contaminados.
- Precisión: 0,25%
- No originan pérdidas de carga



Coriolis

Partimos de la base de que tenemos dos tubos en forma de U sometidos a una vibración por un par de bobinas impulsoras. Después tenemos dos detectores electromagnéticos que inducen corrientes eléctricas en forma senoidal que están en fase si no circula fluido.

El flujo atraviesa los tubos estando sometidos a una velocidad v y a una aceleración de Coriolis A_c . Esta aceleración provoca una fuerza que provoca una torsión en los tubos que desfasa las corrientes eléctricas inducidas por los detectores electromagnéticos. Esta fuerza es proporcional a la masa que circula por el tubo.

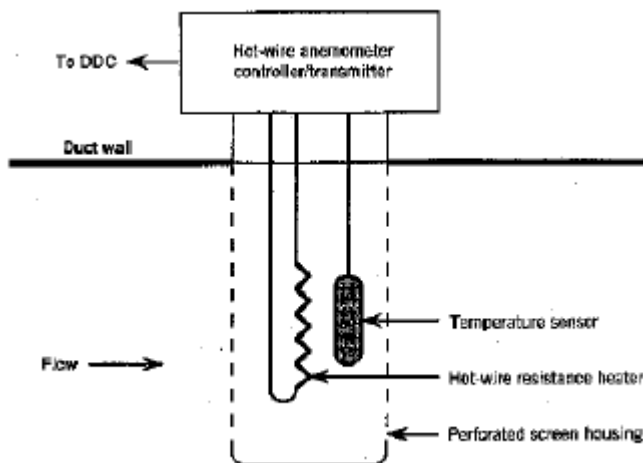


Ventajas:

- Alta precisión
- Bajo mantenimiento
- La medición es independiente de: presión, viscosidad, densidad, T° , y perfil de velocidades
- Aplicable a cualquier fluido
- Baja pérdida de carga

Sensor Másico Térmico

Estos equipos trabajan por disipación térmica. Consiste en aportar calor en un punto de la corriente y medir la temperatura aguas arriba y aguas abajo. Si la velocidad del fluido fuese nula no habría diferencia de T° , pero al existir velocidad la diferencia de T° será proporcional al flujo másico existente.



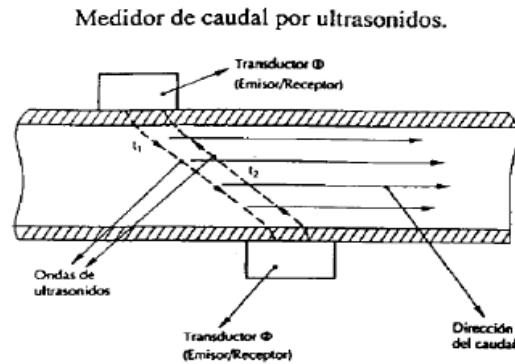
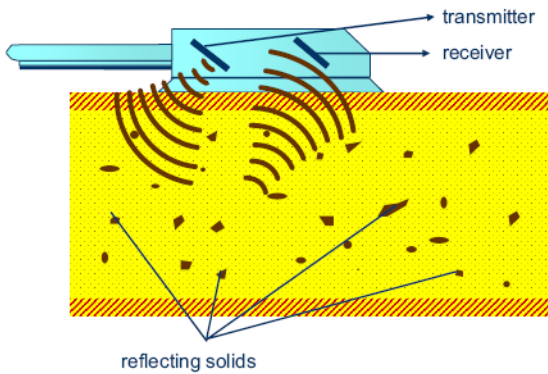
$$m = \frac{Q_c}{C \Delta T}$$

- m: Masa
- C: Conductividad
- Q: Caudal
- T: Temperatura

ULTRASÓNICOS

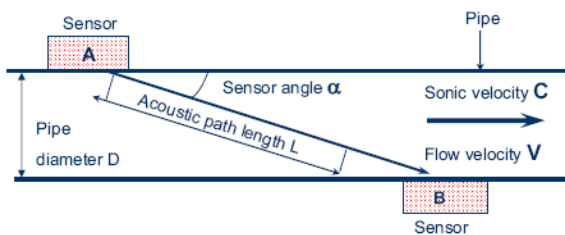
Emplean ondas ultrasónicas para determinar el caudal. Son buenos para medir líquidos altamente contaminados o corrosivos porque se instalan exteriormente a la tubería.

Precisión: 2-5%

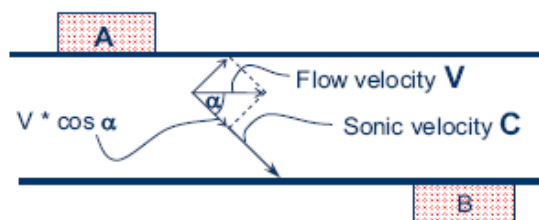


Principio de Funcionamiento

Consiste en emitir dos ondas y medir el tiempo en que tardan en llegar. La diferencia de tiempos es debido a la velocidad del fluido.



$$T_{A \rightarrow B} = \frac{\text{Acoustic path length } L}{\text{Sound wave velocity}}$$



$$\text{Sound wave velocity} = C + V \cos \alpha$$

$$\text{Transit time (A to B)} = T_{AB} = \frac{L}{C + V \cos \alpha}$$