



Válvulas: Instrumentación y Control

1. [Introducción](#)
2. [Válvula de control.](#)
3. [Categorías de válvulas.](#)
4. [Mediciones de nivel](#)
5. [Medidores de flujo](#)
6. [Bibliografía](#)

INTRODUCCIÓN

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Las válvulas son unos de los instrumentos de control más esenciales en la industria. Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos. Sus tamaños van desde una fracción de pulgada hasta 30 ft (9 m) o más de diámetro. Pueden trabajar con presiones que van desde el vacío hasta más de 20000 lb/in² (140 Mpa) y temperaturas desde las criogénicas hasta 1500 °F (815 °C). En algunas instalaciones se requiere un sellado absoluto; en otras, las fugas o escurrimientos no tienen importancia.

La palabra flujo expresa el movimiento de un fluido, pero también significa para nosotros la cantidad total de fluido que ha pasado por una sección determinada de un conducto. Caudal es el flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de fluido que circula por una sección determinada del conducto en la unidad de tiempo.

Válvula de control.

La válvula automática de control generalmente constituye el último elemento en un lazo de control instalado en la línea de proceso y se comporta como un orificio cuya sección de paso varía continuamente con la finalidad de controlar un caudal en una forma determinada.

Partes de la válvula de control.

Las válvulas de control constan básicamente de dos partes que son: la parte motriz o actuador y el cuerpo.

- **Actuador:** el actuador también llamado accionador o motor, puede ser neumático, eléctrico o hidráulico, pero los más utilizados son los dos primeros, por ser las más sencillas y de rápida actuación. Aproximadamente el 90% de las válvulas utilizadas en la industria son accionadas neumáticamente. Los actuadores neumáticos constan básicamente de un diafragma, un vástago y un resorte tal como se muestra en la figura (1-a.). Lo que se busca en un actuador de tipo neumático es que cada valor de la presión recibida por la válvula corresponda una posición determinada del vástago. Teniendo en cuenta que la gama usual de presión es de 3 a 15 lbs/pulg² en la mayoría de



los actuadores se selecciona el área del diafragma y la constante del resorte de tal manera que un cambio de presión de 12 lbs/pulg², produzca un desplazamiento del vástago igual al 100% del total de la carrera.

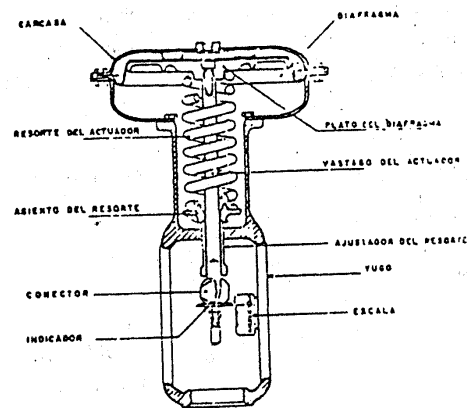


Figura 1-a Actuador de una válvula de control.

- **Cuerpo de la válvula:** este esta provisto de un obturador o tapón, los asientos del mismo y una serie de accesorios. La unión entre la válvula y la tubería puede hacerse por medio de bridas soldadas o roscadas directamente a la misma. El tapón es el encargado de controlar la cantidad de fluido que pasa a través de la válvula y puede accionar en la dirección de su propio eje mediante un movimiento angular. Esta unido por medio de un vástago al actuador.

Categorías de válvulas.

Debido a las diferentes variables, no puede haber una válvula universal; por tanto, para satisfacer los cambiantes requisitos de la industria se han creado innumerables diseños y variantes con el paso de los años, conforme se han desarrollado nuevos materiales. Todos los tipos de válvulas recaen en nueve categorías: válvulas de compuerta, válvulas de globo, válvulas de bola, válvulas de mariposa, válvulas de apriete, válvulas de diafragma, válvulas de macho, válvulas de retención y válvulas de desahogo (alivio).

Estas categorías básicas se describen a continuación. Seria imposible mencionar todas las características de cada tipo de válvula que se fabrica y no se ha intentado hacerlo. Más bien se presenta una descripción general de cada tipo en un formato general, se dan recomendaciones para servicio, aplicaciones, ventajas, desventajas y otra información útil para el lector.

Válvulas de compuerta.

La válvula de compuerta es de vueltas múltiples, en la cual se cierra el orificio con un disco vertical de cara plana que se desliza en ángulos rectos sobre el asiento (fig. 1-1).

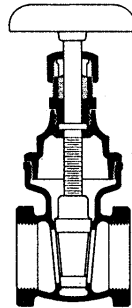


Figura 1-1 Válvula de compuerta.

Recomendada para

- Servicio con apertura total o cierre total, sin estrangulación.
- Para uso poco frecuente.
- Para resistencia mínima a la circulación.
- Para mínimas cantidades de fluido o líquido atrapado en la tubería.

Aplicaciones

Servicio general, aceites y petróleo, gas, aire, pastas semilíquidas, líquidos espesos, vapor, gases y líquidos no condensables, líquidos corrosivos.

Ventajas

- Alta capacidad.
- Cierre hermético.
- Bajo costo.
- Diseño y funcionamiento sencillos.
- Poca resistencia a la circulación.

Desventajas

- Control deficiente de la circulación.
- Se requiere mucha fuerza para accionarla.
- Produce cavitación con baja caída de presión.
- Debe estar cubierta o cerrada por completo.
- La posición para estrangulación producirá erosión del asiento y del disco.

Variaciones

- Cuña maciza, cuña flexible, cuña dividida, disco doble.
- Materiales
- Cuerpo: bronce, hierro fundido, hierro, acero forjado, Monel, acero fundido, acero inoxidable, plástico de PVC.
- Componentes diversos.

Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento



- Lubricar a intervalos periódicos.
- Corregir de inmediato las fugas por la empaquetadura.
- Enfriar siempre el sistema al cerrar una tubería para líquidos calientes y al comprobar que las válvulas estén cerradas.
- No cerrar nunca las llaves a la fuerza con la llave o una palanca.
- Abrir las válvulas con lentitud para evitar el choque hidráulico en la tubería.
- Cerrar las válvulas con lentitud para ayudar a descargar los sedimentos y mugre atrapados.

Especificaciones para el pedido

- Tipo de conexiones de extremo.
- Tipo de cuña.
- Tipo de asiento.
- Tipo de vástago.
- Tipo de bonete.
- Tipo de empaquetadura del vástago.
- Capacidad nominal de presión para operación y diseño.
- Capacidad nominal de temperatura para operación y diseño.

Válvulas de macho

La válvula de macho es de $\frac{1}{4}$ de vuelta, que controla la circulación por medio de un macho cilíndrico o cónico que tiene un agujero en el centro, que se puede mover de la posición abierta a la cerrada mediante un giro de 90° (fig. 1-2).

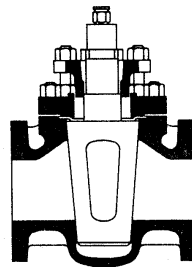


Figura 1-2 Válvula de macho.

Recomendada para

- Servicio con apertura total o cierre total.
- Para accionamiento frecuente.
- Para baja caída de presión a través de la válvula.
- Para resistencia mínima a la circulación.
- Para cantidad mínima de fluido atrapado en la tubería.

Aplicaciones

- Servicio general, pastas semilíquidas, líquidos, vapores, gases, corrosivos.
- Ventajas
- Alta capacidad.



- Bajo costo.
- Cierre hermético.
- Funcionamiento rápido.

Desventajas

- Requiere alta torsión (par) para accionarla.
- Desgaste del asiento.
- Cavitación con baja caída de presión.

Variaciones

- Lubricada, sin lubricar, orificios múltiples.
- Materiales
- Hierro, hierro dúctil, acero al carbono, acero inoxidable, aleación 20, Monel, níquel, Hastelloy, camisa de plástico.

Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

- Dejar espacio libre para mover la manija en las válvulas accionadas con una llave.
- En las válvulas con macho lubricado, hacerlo antes de ponerlas en servicio.
- En las válvulas con macho lubricado, lubricarlas a intervalos periódicos.

Especificaciones para pedido

- Material del cuerpo.
- Material del macho.
- Capacidad nominal de temperatura.
- Disposición de los orificios, si es de orificios múltiples.
- Lubricante, si es válvula lubricada.

Válvulas de globo

Una válvula de globo es de vueltas múltiples, en la cual el cierre se logra por medio de un disco o tapón que sierra o corta el paso del fluido en un asiento que suele estar paralelo con la circulación en la tubería (fig. 1-3).

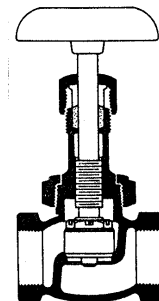


Figura 1-3 Válvula de globo.

Recomendada para



- Estrangulación o regulación de circulación.
- Para accionamiento frecuente.
- Para corte positivo de gases o aire.
- Cuando es aceptable cierta resistencia a la circulación.

Aplicaciones

Servicio general, líquidos, vapores, gases, corrosivos, pastas semilíquidas.

Ventajas

- Estrangulación eficiente con estiramiento o erosión mínimos del disco o asiento.
- Carrera corta del disco y pocas vueltas para accionarlas, lo cual reduce el tiempo y desgaste en el vástago y el bonete.
- Control preciso de la circulación.
- Disponible con orificios múltiples.

Desventajas

- Gran caída de presión.
- Costo relativo elevado.

Variaciones

Normal (estándar), en "Y", en ángulo, de tres vías.

Materiales

Cuerpo: bronce, hierro, hierro fundido, acero forjado, Monel, acero inoxidable, plásticos.

Componentes: diversos.

Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

Instalar de modo que la presión este debajo del disco, excepto en servicio con vapor a alta temperatura.

Registro en lubricación.

Hay que abrir ligeramente la válvula para expulsar los cuerpos extraños del asiento.

Apretar la tuerca de la empaquetadura, para corregir de inmediato las fugas por la empaquetadura.

Especificaciones para el pedido

- Tipo de conexiones de extremo.
- Tipo de disco.
- Tipo de asiento.
- Tipo de vástago.
- Tipo de empaquetadura o sello del vástago.
- Tipo de bonete.
- Capacidad nominal para presión.
- Capacidad nominal para temperatura.



Válvulas de bola

Las válvulas de bola son de $\frac{1}{4}$ de vuelta, en las cuales una bola taladrada gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación directa en la posición abierta y corta el paso cuando se gira la bola 90° y cierra el conducto (fig. 1-4).

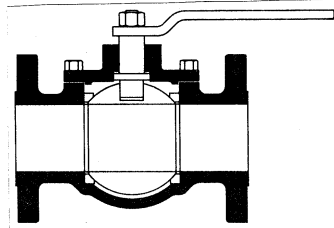


Figura 1-4 Válvula de bola.

Recomendada para

- Para servicio de conducción y corte, sin estrangulación.
- Cuando se requiere apertura rápida.
- Para temperaturas moderadas.
- Cuando se necesita resistencia mínima a la circulación.

Aplicaciones

Servicio general, altas temperaturas, pastas semilíquidas.

Ventajas

- Bajo costo.
- Alta capacidad.
- Corte bidireccional.
- Circulación en línea recta.
- Pocas fugas.
- Se limpia por sí sola.
- Poco mantenimiento.
- No requiere lubricación.
- Tamaño compacto.
- Cierre hermético con baja torsión (par).

Desventajas

- Características deficientes para estrangulación.
- Alta torsión para accionarla.
- Susceptible al desgaste de sellos o empaquetaduras.
- Propensa a la cavitación.

Variaciones

Entrada por la parte superior, cuerpo o entrada de extremo divididos (partidos), tres vías, Venturi, orificio de tamaño total, orificio de tamaño reducido.



Materiales

Cuerpo: hierro fundido, hierro dúctil, bronce, latón, aluminio, aceros al carbono, aceros inoxidable, titanio, tántalo, zirconio; plásticos de polipropileno y PVC.

Asiento: TFE, TFE con llenador, Nylon, Buna-N, neopreno.

Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

Dejar suficiente espacio para accionar una manija larga.

Especificaciones para el pedido

- Temperatura de operación.
- Tipo de orificio en la bola.
- Material para el asiento.
- Material para el cuerpo.
- Presión de funcionamiento.
- Orificio completo o reducido.
- Entrada superior o entrada lateral.

Válvulas de mariposa

La válvula de mariposa es de $\frac{1}{4}$ de vuelta y controla la circulación por medio de un disco circular, con el eje de su orificio en ángulos rectos con el sentido de la circulación (fig. 1-5).



Figura 1-5 Válvula de mariposa.

Recomendada para

- Servicio con apertura total o cierre total.
- Servicio con estrangulación.
- Para accionamiento frecuente.
- Cuando se requiere corte positivo para gases o líquidos.
- Cuando solo se permite un mínimo de fluido atrapado en la tubería.
- Para baja caída de presión a través de la válvula.

Aplicaciones

Servicio general, líquidos, gases, pastas semilíquidas, líquidos con sólidos en suspensión.

Ventajas



- Ligera de peso, compacta, bajo costo.
- Requiere poco mantenimiento.
- Numero mínimo de piezas móviles.
- No tiene bolas o cavidades.
- Alta capacidad.
- Circulación en línea recta.
- Se limpia por si sola.

Desventajas

- Alta torsión (par) para accionarla.
- Capacidad limitada para caída de presión.
- Propensa a la cavitación.

Variaciones

Disco plano, disco realzado, con brida, atornillado, con camisa completa, alto rendimiento.

Materiales

Cuerpo: hierro, hierro dúctil, aceros al carbono, acero forjado, aceros inoxidable, aleación 20, bronce, Monel.

Disco: todos los metales; revestimientos de elastómeros como TFE, Kynar, Buna-N, neopreno, Hypalon.

Asiento: Buna-N, viton, neopreno, caucho, butilo, poliuretano, Hypalon, Hycar, TFE.

Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

Se puede accionar con palanca, volante o rueda para cadena.

Dejar suficiente espacio para el movimiento de la manija, si se acciona con palanca.

Las válvulas deben estar en posición cerrada durante el manejo y la instalación.

Especificaciones para el pedido

- Tipo de cuerpo.
- Tipo de asiento.
- Material del cuerpo.
- Material del disco.
- Material del asiento.
- Tipo de accionamiento.
- Presión de funcionamiento.
- Temperatura de funcionamiento.

Válvulas de diafragma

Las válvulas de diafragma son de vueltas múltiples y efectúan el cierre por medio de un diafragma flexible sujeto a un compresor. Cuando el vástago de la válvula hace descender el compresor, el diafragma produce sellamiento y corta la circulación (fig. 1-6).

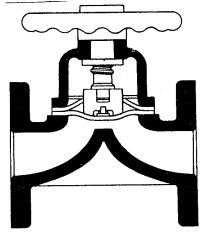


Figura 1-6 Válvula de diafragma.

Recomendada para

- Servicio con apertura total o cierre total.
- Para servicio de estrangulación.
- Para servicio con bajas presiones de operación.

Aplicaciones

Fluidos corrosivos, materiales pegajosos o viscosos, pastas semilíquidas fibrosas, lodos, alimentos, productos farmacéuticos.

Ventajas

- Bajo costo.
- No tienen empaquetaduras.
- No hay posibilidad de fugas por el vástago.
- Inmune a los problemas de obstrucción, corrosión o formación de gomas en los productos que circulan.

Desventajas

- Diafragma susceptible de desgaste.
- Elevada torsión al cerrar con la tubería llena.

Variaciones

- Tipo con vertedero y tipo en línea recta.
- Materiales
- Metálicos, plásticos macizos, con camisa, en gran variedad de cada uno.

Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

Lubricar a intervalos periódicos.

No utilizar barras, llaves ni herramientas para cerrarla.

Especificaciones para el pedido

- Material del cuerpo.
- Material del diafragma.
- Conexiones de extremo.
- Tipo del vástago.



- Tipo del bonete.
- Tipo de accionamiento.
- Presión de funcionamiento.
- Temperatura de funcionamiento.

Válvulas de apriete

La válvula de apriete es de vueltas múltiples y efectúa el cierre por medio de uno o mas elementos flexibles, como diafragmas o tubos de caucho que se pueden apretar u oprimir entre si para cortar la circulación (fig. 1-7).

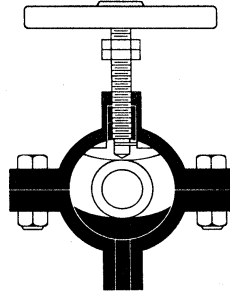


Figura 1-7 Válvula de apriete.

Recomendada para

- Servicio de apertura y cierre.
- Servicio de estrangulación.
- Para temperaturas moderadas.
- Cuando hay baja caída de presión a través de la válvula.
- Para servicios que requieren poco mantenimiento.

Aplicaciones

Pastas semilíquidas, lodos y pastas de minas, líquidos con grandes cantidades de sólidos en suspensión, sistemas para conducción neumática de sólidos, servicio de alimentos.

Ventajas

- Bajo costo.
- Poco mantenimiento.
- No hay obstrucciones o bolsas internas que la obstruyan.
- Diseño sencillo.
- No corrosiva y resistente a la abrasión.

Desventajas

- Aplicación limitada para vacío.
- Difícil de determinar el tamaño.



Variaciones

Camisa o cuerpo descubierto; camisa o cuerpo metálicos alojados.

Materiales

Caucho, caucho blanco, Hypalon, poliuretano, neopreno, neopreno blanco, Buna-N, Buna-S, Viton A, butilo, caucho de siliconas, TFE.

Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

Los tamaños grandes pueden requerir soportes encima o debajo de la tubería, si los soportes para el tubo son inadecuados.

Especificaciones para el pedido

- Presión de funcionamiento.
- Temperatura de funcionamiento.
- Materiales de la camisa.
- Camisa descubierta o alojada.

Válvulas de retención (check) y de desahogo (alivio)

Hay dos categorías de válvulas y son para uso específico, más bien que para servicio general: válvulas de retención (check) y válvulas de desahogo (alivio). Al contrario de los otros tipos descritos, son válvulas de accionamiento automático, funcionan sin controles externos y dependen para su funcionamiento de sentido de circulación o de las presiones en el sistema de tubería. Como ambos tipos se utilizan en combinación con válvulas de control de circulación, la selección de la válvula, con frecuencia, se hace sobre la base de las condiciones para seleccionar la válvula de control de circulación.

Válvulas de retención (check).

La válvula de retención (fig. 1-8) esta destinada a impedir una inversión de la circulación. La circulación del líquido en el sentido deseado abre la válvula; al invertirse la circulación, se cierra. Hay tres tipos básicos de válvulas de retención: 1) válvulas de retención de columpio, 2) de elevación y 3) de mariposa.

Válvulas de retención del columpio.

Esta válvula tiene un disco embisagrado o de charnela que se abre por completo con la presión en la tubería y se cierra cuando se interrumpe la presión y empieza la circulación inversa. Hay dos diseños: uno en "Y" que tiene una abertura de acceso en el cuerpo para el esmerilado fácil del disco sin desmontar la válvula de la tubería y un tipo de circulación en línea recta que tiene anillos de asiento reemplazables.

Recomendada para

- Cuando se necesita resistencia mínima a la circulación.
- Cuando hay cambios poco frecuentes del sentido de circulación en la tubería.
- Para servicio en tuberías que tienen válvulas de compuerta.
- Para tuberías verticales que tienen circulación ascendente.



Aplicaciones

Para servicio con líquidos a baja velocidad.

Ventajas

- Puede estar por completo a la vista.
- La turbulencia y las presiones dentro de la válvula son muy bajas.
- El disco en "Y" se puede esmerilar sin desmontar la válvula de la tubería.

Variaciones

Válvulas de retención con disco inclinable.

Materiales

Cuerpo: bronce, hierro fundido, acero forjado, Monel, acero fundido, acero inoxidable, acero al carbono.

Componentes: diversos.

Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

- En las tuberías verticales, la presión siempre debe estar debajo del asiento.
- Si una válvula no corta el paso, examinar la superficie del asiento.
- Si el asiento está dañada o escoriada, se debe esmerilar o reemplazar.
- Antes de volver a armar, limpiar con cuidado todas las piezas internas.

Válvulas de retención de elevación

Una válvula de retención de elevación es similar a la válvula de globo, excepto que el disco se eleva con la presión normal e la tubería y se cierra por gravedad y la circulación inversa.

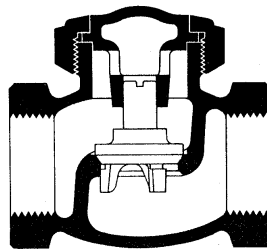


Figura 1-8 Válvula de retención (tipo de elevación).

Recomendada para

- Cuando hay cambios frecuentes de circulación en la tubería.
- Para uso con válvulas de globo y angulares.
- Para uso cuando la caída de presión a través de la válvula no es problema.

Aplicaciones

Tuberías para vapor de agua, aire, gas, agua y vapores con altas velocidades de circulación.

Ventajas



- Recorrido mínimo del disco a la posición de apertura total.
- Acción rápida.

Variaciones

Tres tipos de cuerpos: horizontal, angular, vertical.

Tipos con bola (esfera), pistón, bajo carga de resorte, retención para vapor.

Materiales

Cuerpo: bronce, hierro, hierro fundido, acero forjado, Monel, acero inoxidable, PVC, Penton, grafito impenetrable, camisa de TFE.

Componentes: diversos.

Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

- La presión de la tubería debe estar debajo del asiento.
- La válvula horizontal se instala en tuberías horizontales.
- La válvula vertical se utiliza en tubos verticales con circulación ascendente, desde debajo del asiento.
- Si hay fugas de la circulación inversa, examinar disco y asiento.

Válvula de retención de mariposa

Una válvula de retención de mariposa tiene un disco dividido embisagrado en un eje en el centro del disco, de modo que un sello flexible sujeto al disco este a 45° con el cuerpo de la válvula, cuando esta se encuentra cerrada. Luego, el disco solo se mueve una distancia corta desde el cuerpo hacia el centro de la válvula para abrir por completo.

Recomendada para

- Cuando se necesita resistencia mínima a la circulación en la tubería.
- Cuando hay cambios frecuentes en el sentido de la circulación.
- Para uso con las válvulas de mariposa, macho, bola, diafragma o de apriete.

Aplicaciones

Servicio para líquidos o gases.

Ventajas

- El diseño del cuerpo se presta para la instalación de diversos tipos de camisas de asiento.
- Menos costosa cuando se necesita resistencia a la corrosión.
- Funcionamiento rápido.
- La sencillez del diseño permite construirlas con diámetros grandes.
- Se puede instalar virtualmente en cualquier posición.

Variaciones

Con camisa completa.



Con asiento blando.

Materiales

Cuerpo: acero, acero inoxidable, titanio, aluminio, PVC, CPCB, polietileno, polipropileno, hierro fundido, Monel, bronce.

Sello flexible: Buna-N, Viton, caucho de butilo, TFE, neopreno, Hypalon, uretano, Nordel, Tygon, caucho de siliconas.

Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

En las válvulas con camisa, esta se debe proteger contra daños durante el manejo.

Comprobar que la válvula queda instalada de modo que la abra la circulación normal.

Válvulas de desahogo (alivio)

Una válvula de desahogo (fig. 1-9) es de acción automática para tener regulación automática de la presión. El uso principal de esta válvula es para servicio no comprimible y se abre con lentitud conforme aumenta la presión, para regularla.

La válvula de seguridad es similar a la válvula de desahogo y se abre con rapidez con un "salto" para descargar la presión excesiva ocasionada por gases o líquidos comprimibles.

El tamaño de las válvulas de desahogo es muy importante y se determina mediante formulas específicas.

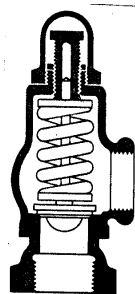


Figura 1-9 Válvula de desahogo (alivio).

Recomendada para

Sistemas en donde se necesita una gama predeterminada de presiones.

Aplicaciones

Agua caliente, vapor de agua, gases, vapores.

Ventajas

- Bajo costo.
- No se requiere potencia auxiliar para la operación.

Variaciones

- Seguridad, desahogo de seguridad.



- Construcción con diafragma para válvulas utilizadas en servicio corrosivo.

Materiales

Cuerpo: hierro fundido, acero al carbono, vidrio y TFE, bronce, latón, camisa de TFE, acero inoxidable, Hastelloy, Monel.

Componentes: diversos.

Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

Se debe instalar de acuerdo con las disposiciones del Código ASME para recipientes de presión sin fuego.

Se debe instalar en lugares de fácil acceso para inspección y mantenimiento.

Mediciones de nivel

Nivel.

Es la distancia existente entre una línea de referencia y la superficie del fluido, generalmente dicha línea de referencia se toma como fondo del recipiente.

Métodos de medición.

Como se menciona anteriormente el nivel es la variable que puede ser medida más fácilmente, pero existen otros factores, tales como viscosidad del fluido, tipo de medición deseada, presión, si el recipiente está o no presurizado, que traen como consecuencias que existan varios métodos y tipos de instrumentos medidores del nivel. El medidor de nivel seleccionado dependerá de nuestras necesidades o condiciones de operación.

Los métodos utilizados para la medición del nivel de líquidos, básicamente pueden ser clasificados en: Métodos de medición directa y método de medición indirecta.

Métodos de medición indirecta:

Método por medidores actuados por desplazadores.

Estos tipos de instrumentos se utilizan generalmente para llevar la medición a sitios remotos o para el control de nivel, aunque también pueden utilizarse como un indicador directo. Están compuestos principalmente por un desplazador, una palanca y un tubo de torsión.

La figura (a) muestra los componentes básicos de uno de estos medidores. Como podemos observar, el objetivo principal de estos componentes, es convertir el movimiento vertical del desplazador en un movimiento circular del tubo de torsión.

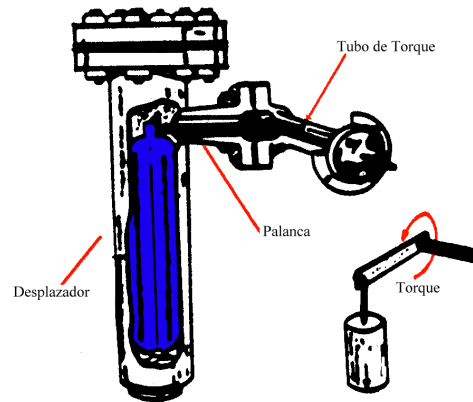


Figura (a)

El principio de funcionamiento se basa en el principio de Arquímedes y puede resumirse de la siguiente manera: el peso del desplazador ejerce una fuerza sobre el tubo de torsión, pero al subir el nivel, el desplazador desplaza más líquido y este ejercerá una fuerza o empuje sobre el desplazador, el cual se vuelve más liviano. Esto trae como consecuencia que el tubo de torsión gire debido a la disminución de la torsión, que el desplazador ejerce sobre el. Este giro es aprovechado acoplándose una aguja, la cual indicara el nivel directamente.

Método de medidores actuados por presión hidrostática.

Al estudiar el objetivo referente a presión, deducimos un formula por la cual se estableció que la presión en cualquier punto debajo de la superficie del líquido, depende solamente de la profundidad a la cual se encuentre el punto en cuestión y el peso específico del líquido, es decir, que $P = P_e * H$. Como se recordara, esta presión es conocida como presión hidrostática.

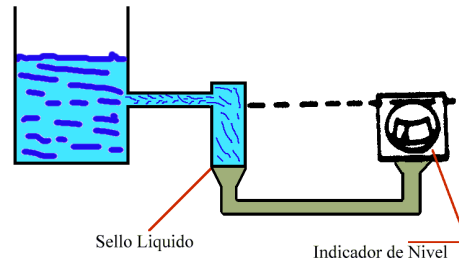
Existen varios tipos de medidores de nivel que trabajan y operan bajo este principio, de los cuales los más comunes son:

Sistema básico o Manómetro.

Entre los medidores de nivel actuados por presión hidrostática, el sistema básico o manómetro es el más sencillo. Consta solamente de un manómetro y en el caso de que el líquido cuyo nivel se desea medir, sea corrosivo o viscoso, es necesario, además del manómetro, un equipo de sello con la finalidad de aislar el instrumento de dicho fluido.

El manómetro puede ser uno convencional, con la diferencia de que la escala en lugar de ser graduada en unidades de presión, es graduada en unidades de nivel.

Medidor de nivel mediante Presión Hidrostática



Método de diafragma-caja

La figura 2-1 muestra una caja de diafragma Foxboro. Esta caja se sumerge en el líquido que se va a medir, y un capilar lleno de aire se extiende desde ella hasta el instrumento. La deflexión del diafragma, que se produce por la altura del líquido, provoca que el aire que contiene el capilar se comprima. El instrumento que recibe el aire del capilar responde indicando la altura del líquido que esta ejerciendo presión en el diafragma. La caja se construye en dos secciones, entre estas esta colocado el diafragma de caucho, o de una composición sintética resistente al aceite.

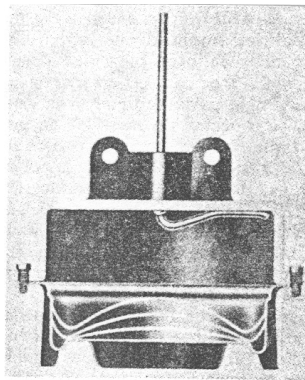


Figura 2-1 Diafragma-caja medidor de nivel de líquidos

(Cortesía de Foxboro Co.).

Método de presión diferencial

Para la medición de niveles en tanques al vacío o bajo presión pueden utilizarse los instrumentos de medición del flujo por métodos de presión diferencial. La única diferencia es que el instrumento dará una lectura inversa; es decir, cuando señale caudal cero en medidas de flujo, se leerá nivel máximo en medidas de nivel. Deben tomarse precauciones para obtener la correspondiente respuesta del instrumento. Por ejemplo, es posible utilizar medidores de rango compuesto. Como estos instrumentos están diseñados para permitir el flujo en ambas direcciones, es posible utilizarlos para mediciones de nivel de líquido, teniendo la posición de cero en el interior de la grafica, moviéndose la pluma hacia su borde con el aumento de nivel.



El principio de funcionamiento se basa en aplicarle al instrumento la presión existente en la superficie del líquido en ambas conexiones con la finalidad de anularla y que la presión detectada, sea la presión hidrostática, la cual como se ha visto, la podemos representar en unidades de nivel.

Método de presión relativa.

Las mediciones de nivel que se basan en la presión que ejerce un líquido por su altura, implican que la densidad sea constante. El instrumento se debe calibrar para una densidad específica y cualquier cambio en ella trae consigo errores de medición. El método más simple para medir el nivel de un líquido en un recipiente abierto, es conectar un medidor de presión por debajo del nivel más bajo que se va a considerar. Este nivel es, entonces, el de referencia y la presión estática indicada por el medidor es una medida de la altura de la columna del líquido sobre el medidor, y por lo tanto del nivel del líquido. El medidor de presión, cuando se usa para mediciones de nivel de líquidos, se calibra en unidades de presión, en unidades de nivel de líquido correspondientes a la gravedad específica del líquido, o en unidades volumétricas calculadas según las dimensiones del recipiente. También se puede calibrar de 0 a 100, lo que permite lecturas en términos de tanto por ciento de nivel máximo. Para que el medidor lea cero cuando el líquido está en su nivel mínimo, a través del elemento accionador debe haber una línea horizontal aproximadamente al mismo nivel que la línea de centros de la toma de la tubería de mínimo nivel. En el medidor se pueden usar tornillos de ajuste a cero para compensar pequeñas diferencias. Para controlar el límite, el medidor de presión puede ser un controlador, o puede estar ligado a un interruptor de presión. Cuando no se requiere una indicación de nivel, este último es suficiente.

Método de trampa de aire

Cuando no se puede usar un diafragma, se puede instalar una caja sin este. Esto requiere que el líquido se encuentre libre de sólidos, que pueden obstruir el capilar. El líquido, mientras sube en la caja comprime el aire del capilar y el instrumento da la respuesta correspondiente.

Método de equilibrio de presión de aire

Este método se prefiere, normalmente, al de caja de diafragma si se dispone de aire o líquido para purga, aunque se puede aceptar un bombeo manual. Se puede aplicar ya sea desde lo alto del depósito o de las paredes laterales.

Método de duplicador de presión

Un ejemplo del tipo de duplicador de presión es el transmisor de nivel de líquidos fabricado por la Taylor Instruments Company, y que se muestra en la figura 2-2. Este convierte la presión de la altura del líquido en una señal de aire que se transmite a un instrumento medidor de presión como receptor. La vista de la sección transversal, muestra al transmisor en la posición en la que se monta en el fondo del tanque, con la columna de agua cargando sobre el diafragma. Una tubería suministra aire al medidor de nivel a una presión de 3 a 5 psi, más elevada que la correspondiente a la columna de líquido para nivel máximo. Otra tubería transmite la presión señal de nivel salida del medidor, a un receptor a distancia.

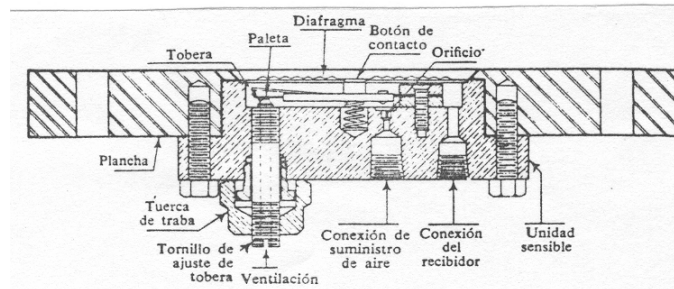


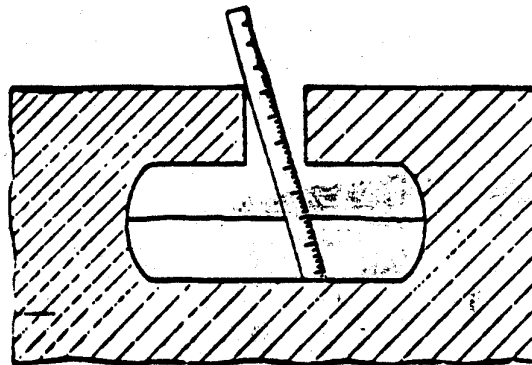
Figura 2-2 Transmisor de nivel de líquido

(Cortesía de Taylor Instrument Co.).

Métodos de medición directa:

Método de medición de sonda.

Consiste en una varilla o regla graduada, de la longitud conveniente para introducirla dentro del depósito. La determinación del nivel se efectúa por lectura directa de la longitud mojada por el líquido. En el momento de la lectura el tanque debe estar abierto a presión atmosférica. Se utiliza generalmente en tanques de fuel oil o gasolina.



Medidor de sonda

Método por aforación.

Es el método de medir nivel por medio de cintas. El instrumento está compuesto por tres partes principales que son: el carrete, la cinta graduada y un peso o plomada.

La plomada sirve para que se mantenga la cinta tensa al penetrar en el líquido. Para medir el nivel se deja que la cinta baje lentamente hasta que la plomada toque el fondo del recipiente. Una vez que la plomada toca el fondo se empieza a recoger la cinta con el carrete, hasta que aparezca la parte donde el líquido ha dejado la marca que indica su nivel.

Método indicador de cristal.



Otra forma simple y quizás la más común de medir el nivel, es por medio del indicador de cristal. Estos tipos de indicadores sirven para varias aplicaciones y se pueden utilizar tanto para recipientes abiertos como para cerrados.

El indicador consiste de un tubo de vidrio, en el caso del indicador de bajas presiones y de un vidrio plano en el caso del indicador para altas presiones, montadas entre dos válvulas, las cuales se utilizan para sacar de servicio el indicador sin necesidad de parar el proceso.

Método de flotador-boya

Los instrumentos que utilizan un flotador-boya no dependen de la presión estática para medir el nivel de líquidos. De todos modos la presión estática debe tomarse en cuenta al proyectar el flotador; ya que siendo este hueco, ha de construirse lo suficientemente robusto como para soportarla sin deformarse.

El flotador se suspende de una cinta sometida a leve tensión. Conforme aquel se desplaza arriba o abajo, siguiendo el nivel del líquido, arrastra la cinta la cual hace girar una rueda catalina. La figura 2-3, muestra un transmisor de nivel de líquido Shand & Jurs que acoplado a un captador como el descrito convierte la posición de flotador en impulsos eléctricos. Los pulsos representan la información de nivel y se transmiten a estaciones de control remotas, para su lectura.

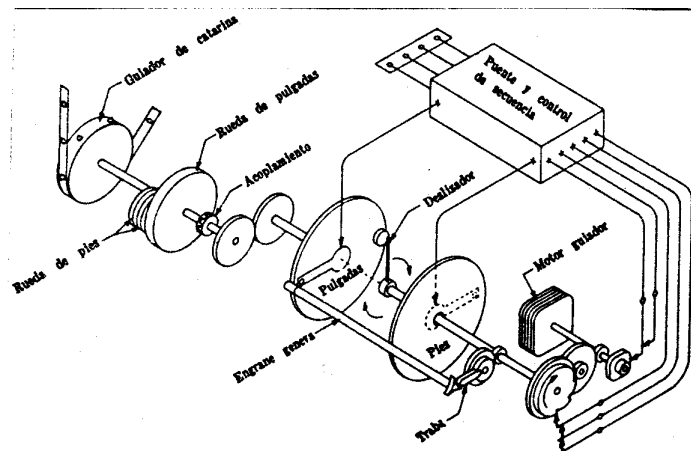


Figura 2-3 Esquema de un transmisor de nivel de líquidos.

(Cortesía de Shand & Jurs).

Medidores de flujo

Flujo.

Es la cantidad de fluido que pasa a través de la sección por unidad de tiempo. Por ejemplo, en cierta tubería puede haber un régimen de flujo de 100 galones de agua por minuto. Esto quiere decir que durante cada minuto que transcurre pasan 100 galones de agua. Si se considera el número de galones que van a pasar a partir de cierto momento, después de dos minutos 200 galones, etc. Si el régimen de flujo se mantiene con el mismo valor, después de



cierto tiempo habrá pasado un número total de galones igual al régimen de flujo multiplicado por el tiempo transcurrido; por ejemplo, después de 15 minutos habrán pasado $100 \times 15 = 1.500$ galones.

Al contrario dividiendo el número total de galones entre el tiempo, se obtiene el régimen de flujo. En el ejemplo anterior $1.500/15 = 100$ gal/min.

Unidades para medir cantidad de fluido.

La cantidad de cierto líquido, gas o vapor se puede medir en unidades de masa, y el régimen de flujo en unidades de masa por unidad de tiempo, por ejemplo, en libras por hora. De hecho, en la práctica se utilizan dichas unidades, especialmente cuando se trata de vapor de agua.

Pero con mucha frecuencia se mide la cantidad de un fluido en unidades de volumen y el régimen de flujo en unidades de volumen por unidad de tiempo, por ejemplo, galones por minuto, barriles por día, pies cúbicos por hora. Generalmente la cantidad de agua se mide en galones a 60°F , la de otros líquidos manejados en la industria del petróleo, en barriles a 60°F ; la cantidad de gas en pies cúbicos a 60°F y 14.7 lb/plg.

Medidores especiales.

El medidor de flujo doble consta de dos manómetros que se montan en la parte posterior de un instrumento sencillo, siendo posible para ambos registrar sobre la misma gráfica. Este montaje es a veces muy útil para mantener condiciones de equilibrio entre dos caudales.

El medidor de flujo de doble rango. Consiste en un captador de caudal conectado a dos tubos de rango, como se muestra en la figura 3-1 que representa la versión de las Taylor Instruments Company. Su propósito es contrarrestar la poca sensibilidad que presenta un captador de presión diferencial, en la parte baja de la escala de caudal. Para ello se disponen sobre el mismo captador dos cámaras de rango o escala; la primera actúa entre 0 y el 25 % del caudal y la otra lo hace entre el 25 % y el 100 %.

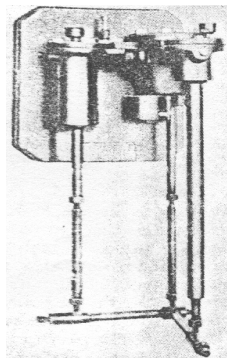


Figura 3-1 Vista posterior de un medidor de doble rango.

(Cortesía de Taylor Instrument Co.).

Medidores mecánicos

Los captadores hasta ahora descritos transmiten el desplazamiento del flotador o la inclinación de la balanza tórica, por medio de juegos de palancas, levas, u otro dispositivo



mecánico, a un eje que gira arrastrando la pluma del registrador. Este eje ha de salir al exterior atravesando la pared de la cámara del flotador, que esta bajo presión. Esto se consigue por medio de una chumacera o cojinete estanco que, para no falsear la medida ha de producir el mínimo rozamiento posible sobre el eje.

Medidores eléctricos

Se utilizan frecuentemente sistemas de medida de caudal con transmisión eléctrica, cuando el instrumento de medida o registro se localiza lejos del elemento primario. Para ello se dispone de varios métodos.

El método de conductividad es utilizado por la Republic Flow Meters Company. Se utiliza la elevación del nivel del mercurio en la rama de baja presión de un tubo U para variar la resistencia de un circuito eléctrico (fig. 3-2). La corriente eléctrica que fluye por este circuito será, por tanto, función de la presión diferencial aplicada al cuerpo medidor y en consecuencia función de la velocidad del fluido que atraviesa el elemento primario.

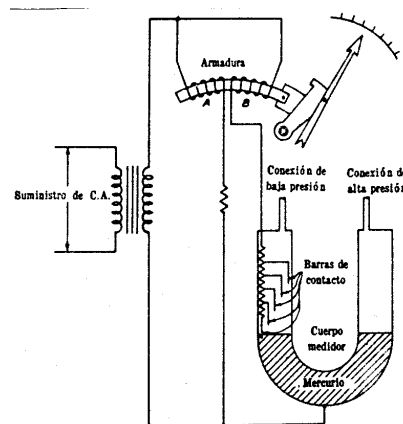


Figura 3-2 Esquema del método de conductividad.

Medidores de flujo de tipo reten

Los captadores de caudal de este tipo utilizan un reten en lugar de la placa con orificio u otra restitución del flujo. Miden la fuerza con que la corriente fluida choca contra una superficie interpuesta en su camino, como se muestra en la figura 3-3, para un captador fabricado por la Foxboro Company. El reten, de forma circular y bordes afilados, apropiado para el margen de caudal a medir, se fija al extremo bajo de la barra de fuerza y queda exactamente centrado con la tubería.

El empuje que el fluido ejerce sobre el reten tiende por medio de la barra de fuerza, a variar la distancia entre la tapa o paleta y la tobera, lo que provoca la variación de la presión de aire en el relevador, en los fuelles de retroalimentación y en la salida de señal hacia el receptor.

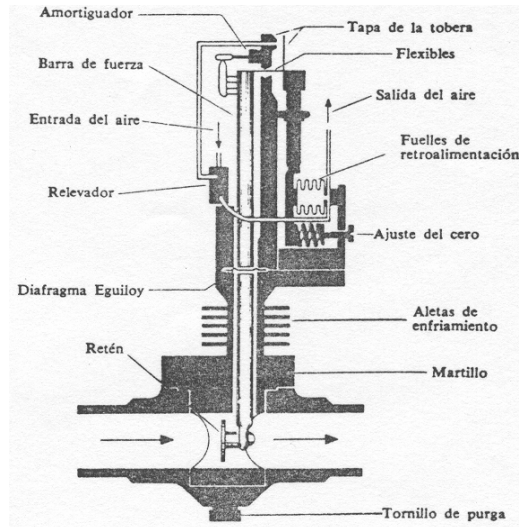


Figura 3-3 Medidor de reten (cortesía de Foxboro Co.).

Medidores de caudal de vertedero

Cuando el fluido se mueve en canales abiertos, se utilizan otros medios de medición. Generalmente se requiere algún tipo de vertedero o angostura, que proporcionan restricciones al paso del fluido. En la figura 3-4 se muestra un vertedero de compuerta cortada en V, que puede utilizarse hasta caudales de 6000 galones por minuto; la abertura rectangular de lazos se recomienda para caudales mayores. Cuando las pérdidas de altura deben ser mínimas o si el líquido medio contiene considerables cantidades de sólidos, sedimentos, etc., se prefiere una angostura. Una de las formas que más se utiliza es la angostura Parshall que se muestra en la figura 3-5.

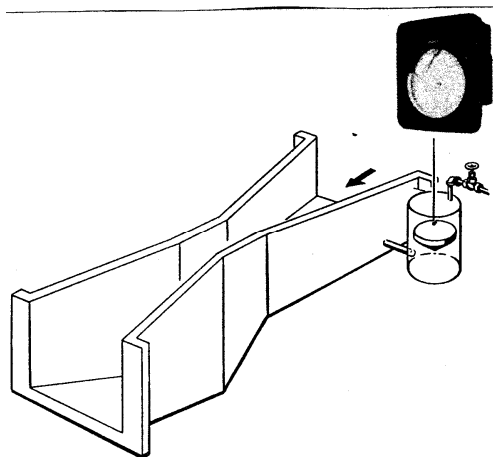


Figura 3-4 Instalación de angostura Parshall. (Cortesía de Foxboro Co.)

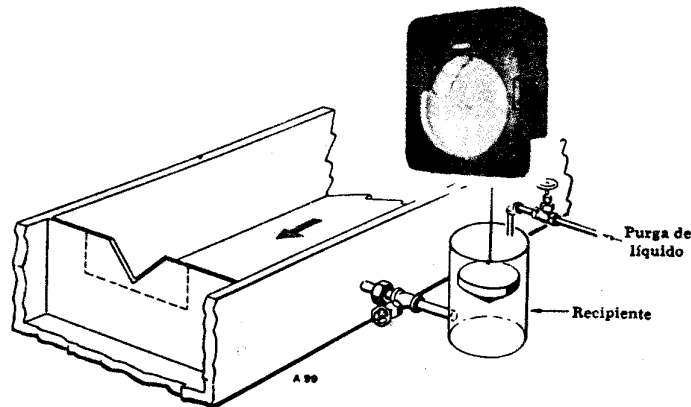


Figura 3-5 Vertedero cortado en V. El corte rectangular se muestra con líneas punteadas.

(Cortesía de Foxboro Co.)

Medidores de flujo de desplazamiento positivo

Los medidores de desplazamiento positivo son esencialmente instrumentos de cantidad de flujo. Se utilizan frecuentemente para medida de líquidos en procesos discontinuos. Para procesos continuos se prefieren los instrumentos de caudal.

El instrumento de desplazamiento positivo, toma una cantidad o porción definida del flujo, y la conduce a través de un medidor, luego produce con la siguiente torsión y así sucesivamente. Contando las porciones pasadas por el medidor se obtiene la cantidad total pasada por este. La exactitud de los medidores de desplazamiento positivo es alta, generalmente entre 0,1 y 1 %.

Medidores de corrientes de fluido

Estos medidores tienen una hélice u otro elemento giratorio, que es accionado por la corriente de fluido y transmite su movimiento, por engranajes, al contador. Miden la velocidad del fluido y la corriente en medidas de flujo. La figura 3-6 muestra el medidor Sparling accionado magnéticamente: fabricado por Hersey-Sparling Meter Co., y del que se dispone de modelos para medidas de flujo en tuberías desde 12,25 hasta 61 cm. También se dispone de otros tipos de medidores para tuberías hasta 183 cm. Una de las ventajas de estos aparatos es la pequeña caída de presión que provocan; por ejemplo, en líneas de tubería de 20,3 cm o más, la pérdida es generalmente menor que 7,6 cm de columna de agua, a velocidades normales. Generalmente el propulsor ocupa aproximadamente ocho décimas partes del diámetro de la tubería y se disponen de estas paletas rectas con el fin de reducir la tubería y asegurar un flujo suave a través del propulsor.

Medidores de flujo ultrasónicos

El medidor de flujo que fabrica la Gulton Industries, responde a la deflexión de las ondas ultrasónicas transmitidas a través de una corriente fluida. Un transmisor que genera sonido ultrasónico, se monta en el exterior de una tubería colocando a distancias determinadas, aguas arriba y abajo, sendos receptores de ultrasonidos opuestos al emisor. En condiciones de no-flujo, ambos receptores reciben igual cantidad de energía ultrasónica y generan tensiones iguales. En condiciones de flujo (en cualquier sentido) las ondas



ultrasónicas se deflecan y como resultado los receptores generan voltajes distintos. Comparando ambos voltajes, se tiene indicación del sentido y la magnitud del flujo.

Medidores de masa de flujo

Los medidores de masa de flujo diferentes de los demás en que miden directamente el peso del flujo y no su volumen. El medidor de masa de flujo de la General Eléctrica mide flujos gaseosos o líquidos, por ejemplo, expresándolos directamente en libras y, por tanto no le afectan las variaciones de presión, temperatura ni densidad del fluido. La unidad completa incluye cuatro componentes básicos: el elemento sensible a la velocidad del flujo, el mecanismo del giroscopio integrador, el registrador ciclométrico y el accionador de contactos.

Bibliografía

Manual de mantenimiento industrial.
Robert C. Rosaler.
James O. Rice.
Tomo III
Editorial McGraw-Hill
Instrumentación para medición y control.
W. G. Holzbock.
Publicaciones C.E.C. s.a

Realizado por:

Enrique Jose caroli