

1-8-2016



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

Informe de Residencia Profesional

Departamento *Metal-Mecánica*

Residente: *Israel Estrada Castellanos*

No. De Control: *11270630*

Proyecto:

- Cálculo para la selección de válvula de aislamiento para tubería de alimentación de aceite de 3 pulgadas, con una presión de trabajo de 64 Bar del sistema hidráulico de potencia para las unidades de la segunda etapa de la C.H. M.M.T.

Asesor Interno: Ing. Lorenzo Marciano Vázquez

Asesor Externo: Ing. Armando Viza López

Periodo Enero – Junio 2016

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	2
1. GENERALIDADES.....	3
1.1. Justificación.	3
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. <i>Objetivos generales.</i>	4
1.2.2. <i>Objetivos específicos.</i>	4
2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO.....	4
2.1. Informe general.....	4
2.2. Antecedentes de la empresa.....	5
2.3. Misión.....	7
2.4. Visión.....	7
2.5. Objetivos de la empresa.....	7
2.6. Política.....	8
3. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	8
4. MARCO TEÓRICO.....	9
4.1. Turbinas.....	9
4.1.1. <i>Maquinas hidráulicas.</i>	9
4.1.2. <i>Tipos de turbinas hidráulicas.</i>	9
4.1.3. <i>Turbinas hidráulicas.</i>	10
4.2. Turbina francis.....	11
4.2.1. <i>Regulación de las turbinas de reacción.</i>	11
4.3. Válvulas pilotadas.....	15
4.4. Tipos de válvulas.....	20
4.4.1. <i>Definición de válvula.</i>	20
4.4.2. <i>Partes principales de una válvula.</i>	21
4.4.3. <i>Categorías de válvulas.</i>	23
5. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	39
5.1. Selección de válvula.....	39
5.2. Calculo de perdida de presión.....	41
5.2.1. <i>Perdidas por accesorios.</i>	43
5.2.2. <i>Perdidas por longitd de tuberia.</i>	44
5.2.3. <i>Suma total de perdidas de carga hidraulica.</i>	45
5.2.4. <i>Presion final en el sistema de alimentacion de aceite al implementar válvulas.</i>	46
5.3. Recomendaciones.....	47
CONCLUSIÓN.....	48
FUENTES DE INFORMACIÓN	48

INTRODUCCIÓN

En toda máquina, en un inicio no se presentan mayores problemas debido a que las especificaciones vienen otorgadas por el fabricante, incluso los mantenimientos iniciales vienen recomendados por el mismo diseñador de tal manera que solo se hacen pequeños ajustes a la hora de realizarlos.

Conforme pasa el tiempo, los mantenimientos no programados comienzan a ocurrir, y por consiguiente, después de solucionarlos, se adquieren ciertas experiencias e información que solo se pueden obtener después de ocurrir dicha falla, con lo cual nace la problemática de este proyecto de residencia, que consiste en la selección de una válvula para el aislamiento del sistema de alimentación de aceite del distribuidor de velocidad.

El proyecto se enfocará en la selección adecuada de una válvula, tomando en cuenta su dimensión, costo, material, ventajas y desventajas, etc., para aislar el paso de flujo de aceite a las válvulas pilotadas en el distribuidor de regulación para su posterior mantenimiento en el caso de algún mantenimiento no programado o correctivo, para el ahorro de tiempo muerto.

1. GENERALIDADES.

1.1. JUSTIFICACIÓN.

En toda empresa es de suma importancia la producción, y en una central hidroeléctrica la generación y transmisión de energía eléctrica es de suma importancia, mayormente en la central Manuel Moreno Torres que es la hidroeléctrica más grande del país y la 5° más grande del mundo.

Debido a que nunca se sabe en qué momento puede darse una demanda energética relativamente grande, en la que se requiera las 8 unidades generadoras que la central posee, es necesario mantener en óptimas condiciones cada una de ellas.

Por lo mencionado anteriormente, en este proyecto, la problemática se da debido a que para poder dar mantenimiento a alguna de las válvulas pilotadas del sistema de regulación de aceite de las unidades generadoras de la segunda etapa, es necesario el despresurizar los 64 Bar del tanque acumulador de aceite, el cual lleva un tiempo promedio de 2 horas, y el volver a presurizarlo lleva otras 5 horas, siendo un total de 7 horas de tiempo muerto, en la cual la unidad no está disponible sin tomar en cuenta que el fallo aun no comienza a resolverse. Lo cual se llega a la conclusión que este problema de tiempo muerto puede solucionarse con la implementación de una válvula que aisle el sistema de alimentación de aceite durante la solución del fallo para evitar la despresurización del sistema.

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1. Objetivos generales.

- Desarrollar el cálculo para la selección e instalación de una válvula de aislamiento de la tubería de alimentación de aceite, que permita efectuar el mantenimiento a las válvulas pilotadas.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Elaborar el diagrama final de tubería mediante Solidworks para ejemplificar representación del proyecto a elaborar.
- Calcular las pérdidas de presión que provocara el rediseño de la tubería.
- Selección de la válvula adecuada para el aislamiento del sistema optimo del sistema.

2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO.

2.1. INFORME GENERAL.

Nombre: La presa Chicoasén tiene como nombre original Central Hidroeléctrica Ing. Manuel Moreno Torres, se denomina así por el ingeniero del mismo nombre, quien fue Director General de la Comisión Federal de Electricidad durante el sexenio del presidente Adolfo López Mateos (1958-1964), él fue uno de los principales impulsores del proyecto nucleoelectrico de Laguna Verde.



Imagen 2.1.1. Fotografía de la C.H. M.M.T.

Ubicación: La Presa se encuentra al final del Parque Nacional Cañón del Sumidero a 41km al noreste de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Allí se encuentra una enorme planta hidroeléctrica que usa la fuerza motriz del agua para la generación de energía eléctrica, ésta presa almacena 1376 hectómetros cúbicos de agua, esta hidroeléctrica tiene una generación media anual de 4787,42GWh.

Aguas: Esta presa se forma de las corrientes que vienen de la cuenca del Alto del río Grijalva y afluentes Sabinal, Suchiapa, Santo Domingo y Hondo.

Usos: Los principales usos de la presa son la generación de energía hidroeléctrica, riego agrícola, consumo humano, pesca, turismo nacional e internacional, y práctica de deportes acuáticos.

Características generales: Su cortina es del tipo enrocamiento, con una elevación de la corona de 402,00 m.s.n.m. y una longitud de corona de 584m de longitud. Su cortina tiene una altura de 262m desde la base, lo que la convierte en una de las presas más altas del país y del mundo, solamente el trabajo de construcción de esta cortina llevo tres años y medio, el centro de esta, se construyó con arcilla mezclada con lutita (roca blanda), con respaldos de enrocamiento; lo que se quería lograr al usar estos materiales era cierta flexibilidad; dado su gran altura y el perfil irregular de la barraca, no debía ser de concreto.

2.2. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.



Imagen 2.2.1. Unidad generadora 2ª Etapa

Construcción: Empieza desde el año 1970, la construcción duró cerca de seis años, sin embargo no es sino entre 1980 y mayo de 1981, que las cinco unidades turbogeneradoras fueron puestas en funcionamiento con fines comerciales. Años más tarde, se construyeron tres

unidades turbogeneradoras adicionales, estas fueron puestas en funcionamiento en junio de 2004.

La central fue equipada en 1980, con cinco unidades turbogeneradoras de 300MW cada una, para una capacidad total de 1,500 MW, actualmente cuenta con otras tres unidades generadoras de 300 MW cada una, con lo que la central cuenta ahora con una capacidad instalada de 2,400MW.

El área total ocupada por la cuenca es de unos 7940 km cuadrados, cuya cortina y embalse ocupan tierras de los municipios de Usumacinta y San Fernando. La cortina de Chicoasén es de las más altas del mundo. Tiene una longitud de 200m y una altura de 262m, equivalente a cuatros veces y media la de las torres de la catedral de la Ciudad de México (que es la más alta del continente americano y la quinta a nivel mundial).

Sus turbinas y generadores están alojados en una caverna excavada en la roca a 200 m de profundidad. La presa se ubica al final del recorrido por el Parque Nacional Cañón del Sumidero y se considera como la cuarta planta de generación de energía hidroeléctrica más productiva del mundo. La energía eléctrica generada por esta planta abastece 35% del consumo nacional de electricidad, así como 20% de la de Centroamérica.

Esta central, forma parte de un complejo de cuatro plantas hidroeléctricas (Malpaso, La Angostura, Chicoasén y Peñitas, por orden de construcción), llamado Sistema Hidroeléctrico del río Grijalva.

La energía generada es transportada a través de diez líneas de transmisión: seis a 400 KV y cuatro de 115 KV. La mayoría de las líneas de alta tensión en 400 KV envían el fluido eléctrico hacia la Ciudad de Veracruz, al área central del país, con un enlace a la central hidroeléctrica La Angostura, en el municipio de Venustiano Carranza, Chiapas.



Imagen 2.2.3. Fotografía de la C.H. M.M.T.

Carretera Panamericana KM 1080, C.P. 29050. Apartado Postal 599
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Tel(s) (961) 61 503 80 www.ittg.edu.mx

2.3. MISIÓN.

Desarrollar actividades empresariales, económicas, industriales y comerciales generando valor económico y rentabilidad para el Estado Mexicano, procurando el mejoramiento de la productividad con sustentabilidad, en beneficio de la población y contribuir con ello al desarrollo nacional.

2.4. VISIÓN.

Ser una empresa de energía, de las mejores a nivel mundial, con presencia internacional, fortaleza financiera y reconocida por su atención al cliente, competitividad, transparencia, calidad en el servicio, capacidad de su personal, vanguardia tecnológica y aplicación de criterios de desarrollo sustentable.

2.5. OBJETIVOS DE LA EMPRESA.

Tabla 2.5.1. Objetivos e indicadores

OBJETIVOS	INDICADORES
1. Garantizar el abasto del suministro eléctrico.	Tiempo de interrupción por Usuario (sin eventos).
	Disponibilidad (Generación CFE).
	Compromisos de servicio.
2. Incrementar la competitividad.	Pérdidas de energía [%].
	Costo total de kWh.
3. Dar un buen servicio al cliente.	Satisfacción del cliente del servicio eléctrico (encuesta).
	Inconformidades por cada 1000 usuarios (sin improcedentes)
4. Trabajar con criterios de desarrollo sustentable.	Cumplimiento de metas ambientales
	Capacidad de generación con tecnologías limpias
5. Participar en nuevas áreas de oportunidad.	Disponibilidad del servicio (Fibra óptica)
6. Promover el liderazgo y desarrollo de personal.	Frecuencia (accidentes)
	Gravedad (días)
	Clima organizacional
	Ausentismo por enfermedad general
	Días anuales de capacitación por trabajador
7. Contar con fortaleza financiera.	Cobranza

2.6. POLÍTICA.

Prestar el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica, así como la generación y comercialización de electricidad y otros servicios, relacionados, que generen valor económico y rentabilidad, procurando el mejoramiento de la productividad con sustentabilidad para el desarrollo nacional. Considerando los aspectos ambientales y de seguridad, y la mejora continua de la eficacia del Sistema Integral de Gestión, con el compromiso de:

- ✓ Formar y desarrollar el capital humano.
- ✓ Gestión eficiente de los riesgos.
- ✓ Prevenir la contaminación y aprovechar de manera responsable los recursos naturales.
- ✓ Cumplir con la legislación, reglamentación y otros requisitos aplicables.
- ✓ Mejorar continuamente la gestión y los resultados de la Comisión Federal de Electricidad.

3. ALCANCES Y LIMITACIONES.

Con la implementación de esta válvula de aislamiento se conseguirá una importante reducción de tiempo para el mantenimiento a las válvulas pilotadas del sistema de regulación de velocidad de las unidades generadoras de la segunda etapa en la C.H.M.M.T., con lo que se obtiene un gran ahorro económico en mano de obra al igual que ganancias en generación por cada hora de tiempo ahorrada, sin embargo, la instalación de dicha implementación se puede ver retardada debido al tiempo que llevaría instalarla, además de que por el momento la central se encuentra en mantenimiento mayor de la unidad generadora #2 de la primera etapa, por lo tanto, no hay una fecha precisa en la cual pueda llevarse a cabo dicho proyecto.

4. MARCO TEÓRICO.

4.1. TURBINAS.

4.1.1. Maquinas hidráulicas.

Una máquina hidráulica es un dispositivo capaz de convertir energía hidráulica en energía mecánica; pueden ser motrices (turbinas), o generatrices (bombas), modificando la energía total de la vena fluida que las atraviesa. En el estudio de las turbomáquinas hidráulicas no se tienen en cuenta efectos de tipo térmico, aunque a veces habrá necesidad de recurrir a determinados conceptos termodinámicos; todos los fenómenos que se estudian serán en régimen permanente, caracterizados por una velocidad de rotación de la máquina y un caudal, constantes.

En una máquina hidráulica, el agua intercambia energía con un dispositivo mecánico de revolución que gira alrededor de su eje de simetría; éste mecanismo lleva una o varias ruedas, (rodetes o rotores), provistas de álabes, de forma que entre ellos existen unos espacios libres o canales, por los que circula el agua.

4.1.2. Tipos de turbinas hidráulicas.

Los tres tipos de turbinas hidráulicas utilizados con mejores resultados en la actualidad. De cada uno de dichos tipos, mencionaremos las características técnicas y de aplicación más destacadas que los identifican, la descripción de los distintos elementos que componen cada turbina, así como el principio de funcionamiento de las mismas.

Tipos:

- Turbinas PELTON (Imagen 4.1.2. a)
- Turbinas FRANCIS (Imagen 4.1.3. b)
- Turbinas KAPLAN (Imagen 4.1.3. c)



Imagen 4.1.2. Turbina a) Pelton, b) Francis y c) Kaplan

Para establecer esta relación en el orden indicado, en el empleo de las turbinas en función de la altura del salto, si bien no hay límites perfectamente definidos que separen los márgenes de utilización de unos tipos respecto de los demás.

4.1.3. Turbinas hidráulicas.

Una turbomáquina elemental o monocelular tiene, básicamente, una serie de álabes fijos, (distribuidor), y otra de álabes móviles, (rueda, rodete, rotor). La asociación de un órgano fijo y una rueda móvil constituye una célula; una turbomáquina monocelular se compone de tres órganos diferentes que el fluido va atravesando sucesivamente, el distribuidor, el rodete y el difusor.

El **distribuidor y el difusor** (tubo de aspiración), forman parte del estator de la máquina, es decir, son órganos fijos; así como el rodete está siempre presente, el distribuidor y el difusor pueden ser en determinadas turbinas, inexistentes.

El **distribuidor** es un órgano fijo cuya misión es dirigir el agua, desde la sección de entrada de la máquina hacia la entrada en el rodete, distribuyéndola alrededor del mismo, (turbinas de admisión total), o a una parte, (turbinas de admisión parcial), es decir, permite regular el agua que entra en la turbina, desde cerrar el paso totalmente, caudal cero, hasta lograr el caudal máximo. Es también un órgano que transforma la energía de presión en energía de velocidad; en las turbinas hélico-centrípetas y en las axiales está precedido de una cámara espiral (voluta) que conduce el agua desde la sección de entrada, asegurando un reparto simétrico de la misma en la superficie de entrada del distribuidor.

El **rodete** es el elemento esencial de la turbina, estando provisto de álabes en los que tiene lugar el intercambio de energía entre el agua y la máquina. Atendiendo a que la presión varíe o no en el rodete, las turbinas se clasifican en:

- a) Turbinas de acción o impulsión
- b) Turbinas de reacción o sobrepresión

En las **turbinas de acción** el agua sale del distribuidor a la presión atmosférica, y llega al rodete con la misma presión; en estas turbinas, toda la energía potencial del salto se transmite al rodete en forma de energía cinética.

En las **turbinas de reacción** el agua sale del distribuidor con una cierta presión que va disminuyendo a medida que el agua atraviesa los álabes del rodete, de forma que, a la salida, la presión puede ser nula o incluso negativa; en estas turbinas el agua circula a presión en el distribuidor y en el rodete y, por lo tanto, la energía potencial del salto se transforma, una parte, en energía cinética, y la otra, en energía de presión.

El **difusor o tubo de aspiración**, es un conducto por el que desagua el agua, generalmente con ensanchamiento progresivo, recto o acodado, que sale del rodete y la conduce hasta el canal de fuga, permitiendo recuperar parte de la energía cinética a la salida del rodete para lo cual debe ensancharse; si por razones de explotación el rodete está instalado a una cierta altura por encima del canal de fuga, un simple difusor cilíndrico permite su recuperación, que de otra forma se perdería. Si la turbina no posee tubo de aspiración, se la llama de escape libre.

En las turbinas de acción, el empuje y la acción del agua, coinciden, mientras que en las turbinas de reacción, el empuje y la acción del agua son opuestos. Este empuje es consecuencia de la diferencia de velocidades entre la entrada y la salida del agua en el rodete, según la proyección de la misma sobre la perpendicular al eje de giro.

4.2. TURBINA FRANCIS.

4.2.1. Regulación de las turbinas de reacción.

Según el método operativo, los sistemas de regulación de velocidad se pueden clasificar en dos grupos: a) De regulación directa; b) De regulación indirecta.

REGULACIÓN DIRECTA.- Para el caso de regulación directa, Imagen, un regulador centrífugo responde a las variaciones de velocidad de la turbina, y mueve directamente el mando de regulación que abrirá o cerrará la sección de entrada. Si la carga disminuye, el momento resistente disminuirá, y al acelerarse la turbina, los contrapesos del regulador tienden a separarse del eje de rotación y levantar el manguito; una palanca con punto de apoyo en O accionará un mecanismo de cierre que disminuirá el caudal. El par motor disminuye y se consigue el equilibrio dinámico a unas rpm superiores a las anteriores; cada posición del mecanismo de cierre se corresponde con otra de los contrapesos, lo que implica una velocidad predeterminada.

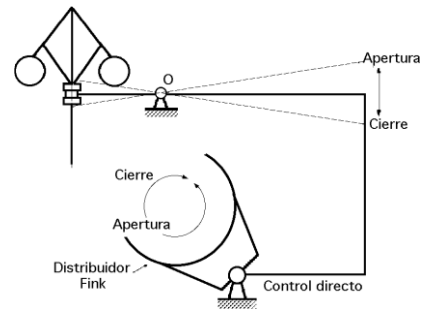


Imagen 4.2.1.1. Sistema de regulación directa.

Este método de control, típicamente estático, no se puede aplicar a la regulación de turbinas hidráulicas, por las siguientes razones:

- a) Ocasiona grandes variaciones de velocidad, y una serie de irregularidades relativamente grandes.
- b) Como la fuerza necesaria para regular una turbina hidráulica es grande resulta que este mecanismo no puede proporcionar una respuesta a las variaciones de velocidad lo suficientemente poderosa como para proporcionar dicha fuerza, ya que, incluso en el caso de grandes contrapesos la fuerza que actuaría en el manguito no llegaría más que a una fracción de kg, frente a la que precisarla la corona que ajusta al distribuidor que puede llegar a ser de varias toneladas. Si se incrementa mucho el peso de los contrapesos, la sensibilidad del mando disminuiría al aumentar los efectos de rozamiento e inercia.
- c) El sistema de regulación de control directo no es operativo para las turbinas hidráulicas, debido a que el movimiento del mecanismo de cierre es síncrono con las variaciones de amplitud de los contrapesos que son demasiado rápidas para operar en las mismas; el tiempo de cierre del obturador se tiene que fijar independientemente del movimiento del elemento sensible a la velocidad, para educir o evitar completamente el golpe de ariete.

REGULACIÓN INDIRECTA.- El principio general de un sistema de **regulación indirecta** se representa esquemáticamente en la Imagen 4.2.2.; los principales elementos que componen el mismo son:

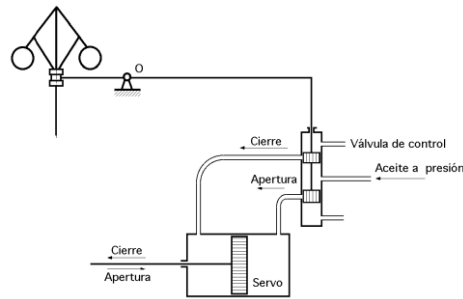


Imagen 4.2.1.2 Mecanismo de regulación indirecta.

- a) **Un elemento sensible a la velocidad**, consistente en unos contrapesos con un manguito y una palanca que se apoya y puede girar alrededor de un punto O. El elemento sensible a la velocidad puede ser también de tipo electromagnético, con una bobina sensible a las variaciones de frecuencia, que las transforma en movimiento mecánico.
- b) **Una válvula de control o válvula de distribución**, accionada a través de la palanca por los elementos sensibles a la velocidad; su cometido es el de distribuir el aceite a presión y enviarlo al correspondiente lado del servomotor. La válvula de control está provista de un pistón doble, de forma que el espacio entre los pistones esté siempre a presión; el doble pistón está en equilibrio indiferente, y pequeñísimas fuerzas externas bastan para desplazarlo. Esta válvula de control tiene una entrada y dos salidas de aceite, así como dos tubos en conexión con el servomotor.
- c) **El servomotor**, que por medio de fuerzas hidráulicas controla la posición de la varilla que acciona al distribuidor. Esencialmente consiste en un pistón cuyo diámetro interior viene dado por la fuerza máxima necesaria que requiera el ajuste del distribuidor; la presión de aceite suele ser de 10 a 15 atm., aunque en el caso de unidades muy grandes puede ser superior. La velocidad de respuesta del pistón es una función de la cantidad de aceite proporcionada por el cilindro.

El principio operativo se puede seguir mediante la Imagen 4.2.3. Si la carga disminuye, la turbina tenderá a acelerarse, los contrapesos se elevan, y el manguito es arrastrado también hacia arriba y acciona por medio de la palanca pivotada la válvula de control, con lo que el aceite a presión entra al lado del servomotor correspondiente al cierre, cerrando el vástago de ajuste al distribuidor. Al mismo tiempo, el aceite del lado de apertura vuelve al depósito, de donde una bomba lo devuelve al circuito de control.

Como consecuencia del cierre del distribuidor, la turbina tiende a desacelerarse, por lo que contrapesos, manguito y válvula de control, vuelven a su posición inicial, cesando la corriente de aceite y alcanzándose una nueva posición de equilibrio, con diferente apertura del distribuidor, pero a las mismas revoluciones por minuto.

El punto de apoyo 0 de la palanca se puede ajustar por medio de una rueda, para mantener la velocidad de régimen; este método de regulación, aunque sumamente sencillo, no da resultados satisfactorios en la práctica; en efecto, si se supone existe una súbita disminución de la carga, la velocidad aumentará, y el regulador comenzará a cerrar; cuando se llegue al equilibrio entre el par motor y el resistente, no se tendrá aceleración posterior. Sin embargo, por ser la velocidad de la turbina algo mayor que la de régimen, el proceso de cierre tiene que continuar, disminuyendo la velocidad. Cuando la velocidad llegue otra vez a la de régimen, el par motor será menor que el resistente, por lo que la velocidad deberá continuar disminuyendo; debido a esto, el regulador tiende a abrir el distribuidor, por lo que todo el proceso se reduce a una serie de cierres y aperturas, no siendo utilizable.

Para prevenir un sobre control excesivo en la apertura o el cierre del distribuidor, se utiliza un mecanismo de control por retorno, que constituye el cuarto elemento principal del regulador. Esencialmente consiste en acoplar el desplazamiento del pistón del servo al del punto de apoyo 0 de la palanca del regulador.

Una leva o rampa de deslizamiento que fija al vástago del pistón del servo mueve una varilla y desplaza por medio de un enlace apropiado el punto de apoyo de la palanca del regulador. Para aclarar el principio del retorno en el proceso de regulación, supongamos de nuevo que la carga disminuye súbitamente; la velocidad tiende a aumentar y el pistón de la válvula de control se moverá hacia abajo, ya que el punto de apoyo de la palanca del regulador actúa momentáneamente como un centro de rotación fijo.

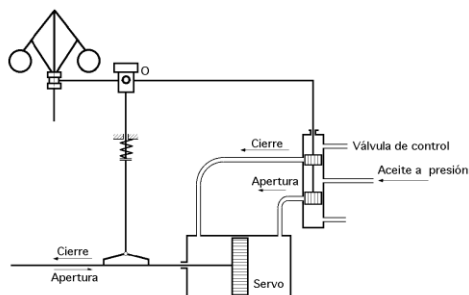


Imagen 4.2.1.3 Mecanismo de control por retorno.

Cuando el servomotor inicia su movimiento de cierre, el mecanismo de restitución elevará el punto de apoyo de la palanca del regulador, actuando el manguito como centro de rotación, moviéndose el otro extremo de la palanca hacia arriba arrastrando consigo a la válvula piloto; si se proyectan adecuadamente el mecanismo de restitución y los demás elementos, el cierre que seguía al movimiento de apertura se puede detener en sus primeros momentos, previniéndose así los fallos anteriormente señalados.

Aun así, cada posición de equilibrio se tiene para cada posición de la válvula de control, lo cual acontece para diferentes posiciones del manguito del regulador. La posición de la leva y, por tanto, la altura del punto de apoyo dependen de la apertura del distribuidor, que es proporcional a la carga de la turbina. La carga más baja se corresponde con la posición más alta del punto de apoyo 0 en un estado de equilibrio; una posición diferente del manguito del regulador debe corresponderse con un estado de carga determinado, y con una velocidad concreta, siendo el sistema de control estático, por cuanto, como hemos dicho, a una velocidad más baja corresponde una carga más alta, y viceversa. Este sistema de control se conoce como *control por retorno rígido*.

La posibilidad de un control manual hay que tenerla siempre presente; el pistón del servo se debe abrir o cerrar a mano durante el arranque o parada de la turbina y se tiene que poder ajustar también a mano en caso de desarreglos en el mecanismo de control automático.

4.3. VÁLVULAS PILOTADAS.

Concepto: Consisten de un cuerpo con pasajes internos, que son conectadas y desconectadas por una parte móvil llamada carrete.

Identificación

- Numero de posiciones.
- Numero de vías.
- Posición normal.
- Tipo de accionamiento.

Clasificación

- De Acción Directa: Son aquellas en que el actuador incide directamente sobre el carrete.
 - Operada por palanca.

- Operada por rodillo.
- Operada por piloto.
- Pilotadas: Son aquellas que poseen una válvula de acción directa, que dirige el aceite piloto a los extremos del carrete de la válvula principal.

Numero de posiciones:

- Lo definen el número de cuadrados.

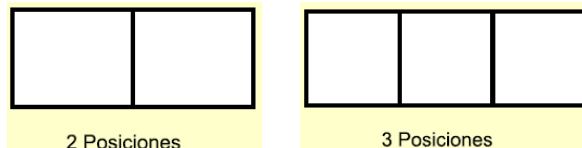


Imagen 4.3.1 Posiciones.

Numero de vías:

- Son las conexiones útiles que posee la válvula



Imagen 4.3.2 Conexiones útiles.

Numero de vías y posiciones:



Imagen 4.3.3 Conexiones y posiciones de una válvula.

Actuadores de las direccionales:

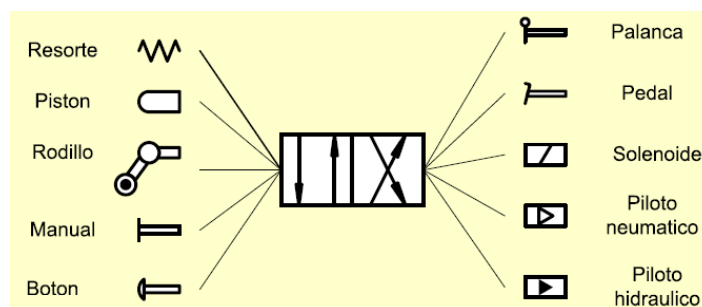


Imagen 4.3.4 Tipos de actuadores.

Accionamientos	
Símbolo	Descripción
	Mando manual en general , pulsador.
	Botón pulsador , seta, control manual.
	Mando por palanca , control manual.
	Mando por pedal , control manual.
	Mando por llave , control manual.
	Mando con bloqueo , control manual.
	Muelle , control mecánico.
	Palpador , control mecánico en general.
	Rodillo palpador , control mecánico.
	Rodillo escamoteable , accionamiento en un sentido, control mecánico.
	Mando electromagnético con una bobina .
	Mando electromagnético con dos bobinas actuando de forma opuesta .
	Control combinado por electroválvula y válvula de pilotaje .
	Mando por presión . Con válvula de pilotaje neumático.
	Presurizado neumático .
	Pilotaje hidráulico . Con válvula de pilotaje.
	Pilotaje hidráulico . Con válvula de pilotaje.
	Presurizado hidráulico .

Tipos de centro:

1. Centro abierto.

Todos los pórticos se comunican entre sí.



Imagen 4.3.5 Válvula con centro abierto.

- Interconecta todos los pórticos.
- La presión es removida del cilindro o motor.
- El flujo de la bomba va directamente al tanque a baja presión.

Carretera Panamericana KM 1080, C.P. 29050. Apartado Postal 599
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Tel(s) (961) 61 503 80 www.ittg.edu.mx

- No recomendado para cilindros verticales, en los que se quiera mantener la carga en cierta posición.

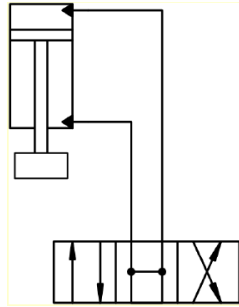


Imagen 4.3.6 Posición incorrecta de un centro abierto.

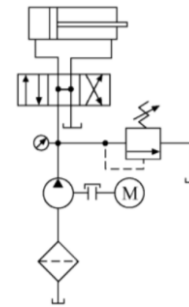


Imagen. 4.3.7 Circuito con centro abierto.

2. Centro cerrado

No hay comunicación entre los pórticos.



Imagen 4.3.8 Válvula de centro cerrado.

- Bloquea todos los pórticos.
- Permite que el flujo sea usado en otras operaciones del circuito o dirigido al tanque a través de la válvula de alivio.

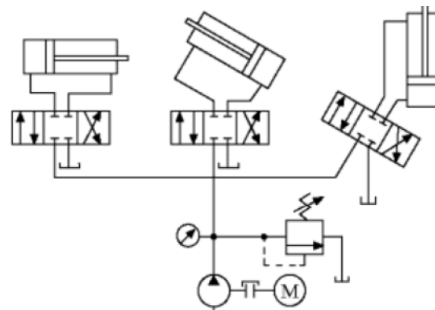


Imagen 4.3.9 Circuito con centro cerrado.

3. Centro tándem

Los pórticos P y T están conectados mientras que A y B están bloqueados



Imagen 4.3.10 Válvula con centro tándem.

- Bloquea los pórticos del cilindro o motor y dirige el flujo de la bomba al tanque a baja presión.

- Puede ser usado para circuitos en serie.

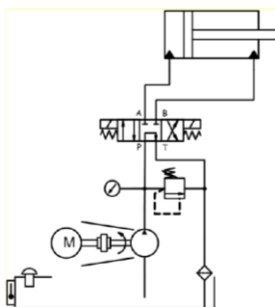


Imagen 4.3.11 Circuito con centro tándem.

4. Centro flotante

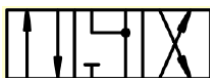


Imagen 4.3.12 Válvula con centro flotante.

- Bloquea el pórtico de presión mientras conecta al tanque todos los demás.
- Es comúnmente usado en circuitos con válvulas check pilotadas.
- Usado en las válvulas pilotos de las direccionales centradas por resorte.

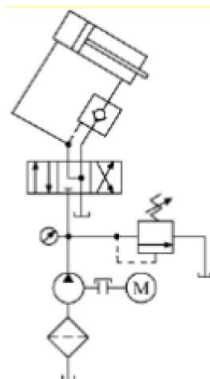


Imagen 4.3.13 Circuito con centro flotante.

4.4. TIPOS DE VÁLVULAS.

4.4.1. Definición de válvula.

Una válvula es un dispositivo mecánico, cuya función principal, es la de bloquear o regular el paso de fluido, una tubería o recipiente sujeto a presión.

Básicamente, una válvula es un dispositivo que consiste, de un cuerpo, que provee un medio para conectarse a una tubería; un vástago, un asiento, un disco, una tapa o bonete, un dispositivo para operar el vástago y alguna forma de empaque para prevenir cualquier fuga alrededor del vástago cuando este sea operado.

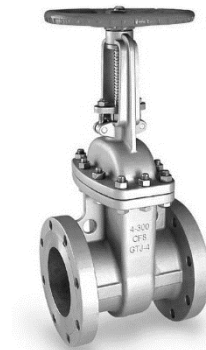


Imagen 4.4.1.1. Válvula de compuerta tipo bronce.

Principios de funcionamiento:

Las válvulas son elementos cuyo funcionamiento se basa en un concepto simple, que consiste en la colocación de un disco móvil de superficies pulidas, sobre un asiento fijo también de superficies pulidas, de manera que al quedar totalmente en contacto el disco con el asiento, proporcionan un sello hermético.

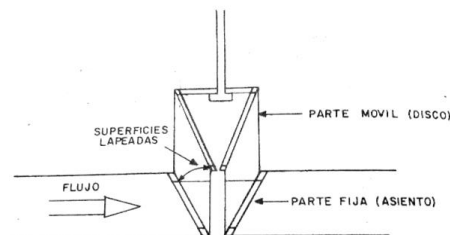


Imagen 4.4.1.2 Principio de funcionamiento de una válvula

De este principio original se derivan los tres diseños básicos de elementos de control (válvulas):

- Válvulas de globo

- Válvulas de retención (check)
- Válvulas de compuerta

En la siguiente figura se muestran los cortes transversales de los tres tipos básicos de diseño de válvulas. En cada uno de estos diseños el disco descansa sobre el asiento orificio correspondiente, en una forma distinta:

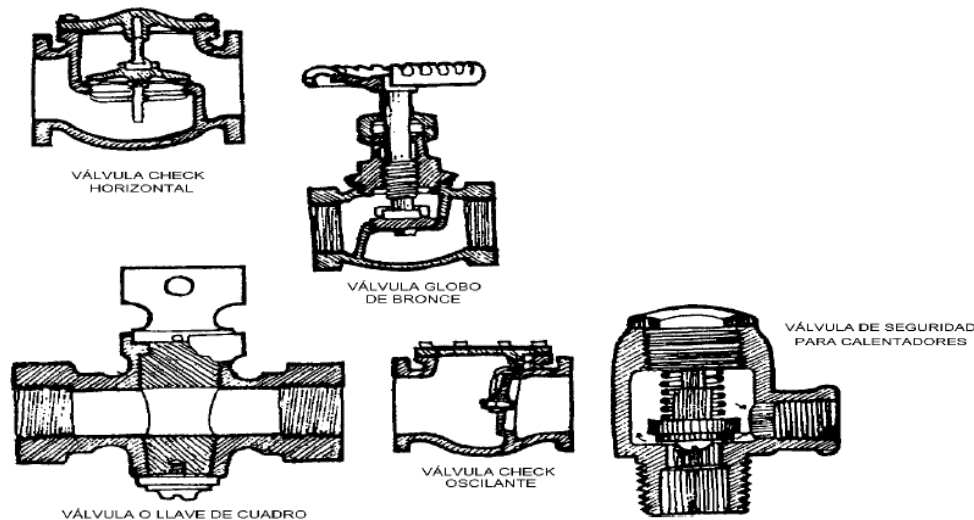


Imagen 4.4.1.2 Cortes transversales de válvulas.

4.4.2. Partes principales de una válvula.

En la figura 4.4.2 pueden observarse las partes principales de que está constituida una válvula; para fines de descripción de partes se estudiará una válvula de tipo compuerta, dado que la mayoría de las piezas que la forman desempeñan la misma función en otro tipo de válvulas.

A continuación se describen las partes que integran una válvula:

- Cuerpo:**
 - El cuerpo es una envolvente que contiene las partes internas de la válvula y las conexiones para entrada y salida del flujo.
- Vástago del disco o tapón:**
 - Es una barra sólida cilíndrica, normalmente roscada en un extremo, cuya función es conectar el disco o tapón con el medio de accionamiento para abrir, cerrar o posicionar la válvula.
- Prensa estopa:**

- Es una pieza o casquillo metálico que sirve para retener y mantener presionado el empaque.
- d) Brida del prensa estopas:
 - Es una pieza que puede ser parte del prensa-estopas o ser independiente y su función es servir como punto de apoyo, para aplicar la fuerza que mantiene al prensa estopas contra el empaque.
- e) Empaques:
 - Los empaques tienen como objetivo principal formar un sello hermético entre la periferia del vástago y la parte del bonete por donde sale el vástago, con el objetivo de evitar fugas alrededor de este.
- f) Caja de empaques:
 - Es una cavidad circular que forma parte del bonete y que está diseñada de manera que pueda contener a los empaques.
- g) Disco o tapón:
 - Es la parte movable con superficies pulidas cuya configuración física, permite realizar funciones de regulación y bloqueo de flujo, dependiendo del tipo de válvula de que se trate.
- h) Anillos de asiento:
 - Son dos piezas independientes de superficies pulidas que se montan en el cuerpo de la válvula, con objeto de formar el asiento que recibirá el disco, a fin de formar el sello hermético deseado.
- i) Junta:
 - Es una pieza que sirve para sellar la unión de dos metales, en este caso la función del cuerpo con el bonete.
- j) Bonete:
 - Realiza la función de tapa de la válvula y su constitución incluye el alojamiento para el disco, además de la parte a través de la cual se mueve el vástago.
- k) Volante:
 - Es el accionamiento mecánico, por medio del cual se produce el giro del vástago, a fin de poder subir o bajar el disco.

bombas
BORJA

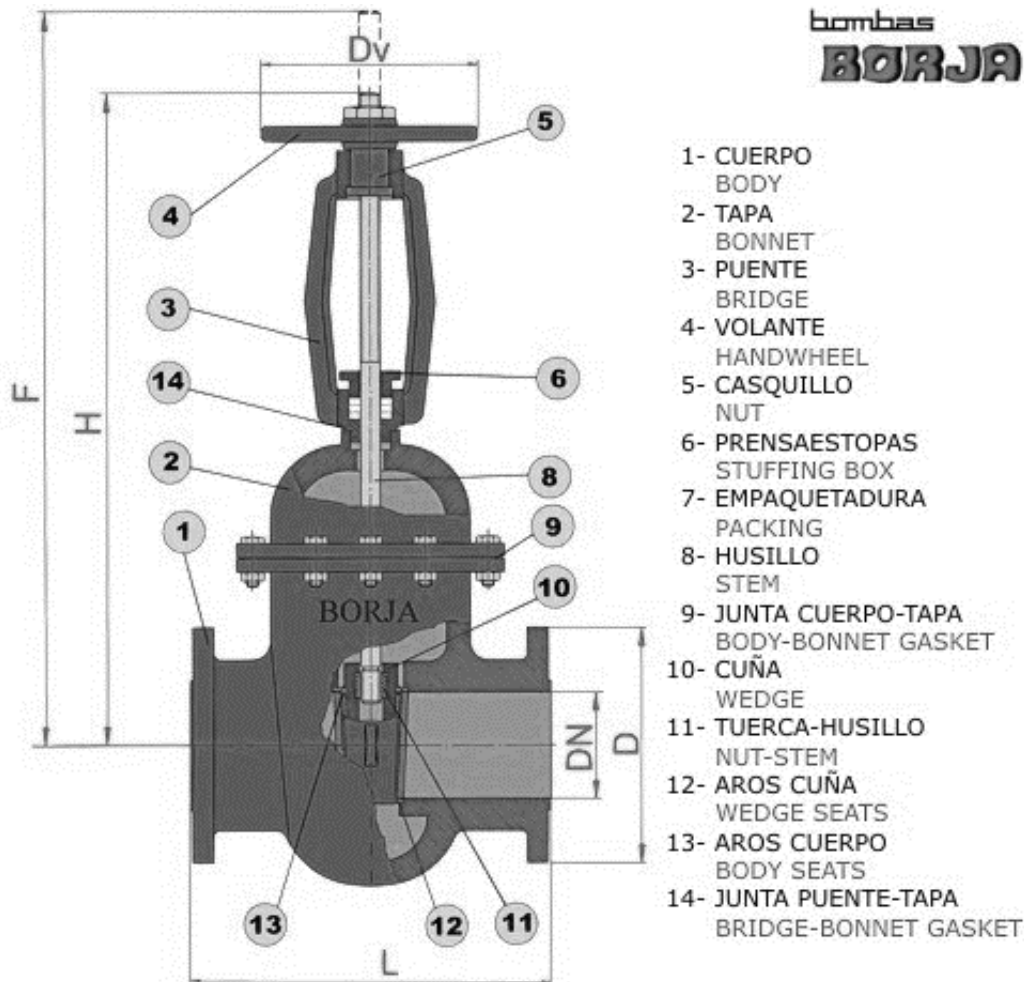


Fig. 4.4.2. Válvula de compuerta.

4.4.3. 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).

Que se clasifican como:

I. Válvulas de bloqueo:

1. Válvula de compuerta

2. Válvula de tapón o macho
3. Válvula de bola
4. Válvula de mariposa

II. Válvulas de control de flujo:

1. Válvula de globo
 - a) Válvula de aguja
 - b) Válvula en "Y"
 - c) Válvula en ángulo
2. De mariposa
3. De diafragma

III. Válvulas de retención o no retorno (check)

1. Válvula de bisagra o columpio
2. Válvulas horizontales
3. Válvula de bola
4. Válvula de pistón

IV. Válvulas para desahogo de presión

1. De seguridad y alivio
2. Operadas por piloto

V. Válvulas de control

- a) De asiento sencillo
- b) De asiento doble
- c) De ángulo
- d) De tres vías
- e) En Y
- f) De cuerpo partido
- g) De globo con jaula
- h) Partes de una válvula de control tipo globo

Estas categorías básicas se describen a continuación. Sería 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.

I. Válvulas de bloqueo

1. Válvulas de compuerta.

Normalmente este tipo de válvulas de compuerta se aplica en los servicios donde se requiere una circulación continua de fluido con poca caída de presión.

La válvula de compuerta es de vueltas múltiples, la parte de la válvula que al descender bloquea el paso del fluido y al ascender lo libera, se conoce como “compuerta”; la compuerta normalmente es un disco en forma de cuña, aunque también puede ser de espesor uniforme. El disco de cuña está provisto de una cara de sello por cada lado, de manera que forma un sello doble con el asiento, cuando esa se encuentra cerrada.

Cuando la válvula se encuentra totalmente abierta, la compuerta se eleva por completo, hasta quedar fuera del conducto de flujo, razón por el cual el fluido pasa en línea recta por un conducto que suele tener el mismo diámetro que la tubería y a través del cual se genera muy poca caída de presión.

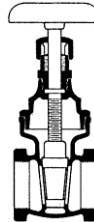


Imagen 4.4.3.I.1 Válvula de compuerta.

Características generales de las válvulas de compuerta:

1. Causa pérdidas hidráulicas bastante bajas (baja caída de presión).
2. Sus asientos sellan en ambos lados.
3. Aseguran un buen ajuste entre cuña y asiento.
4. La compuerta tiene guías con objeto de proporcionar alineación perfecta a la cuña y además evitar vibraciones.
5. El disco no hace contacto total con los asientos, hasta que se le da la última vuelta al volante.
6. No sirven para regular flujo.
7. Se emplean para aislar un sistema de otro.
8. Operan únicamente totalmente abiertas o cerradas.

9. Las de rosca exterior se usan cuando los productos son corrosivos.
10. Las de rosca interior se usan cuando los productos no son corrosivos.
11. Su mayor aplicación es para procesos.
12. Se pueden utilizar para bajas y altas presiones y temperaturas.

Aplicaciones

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

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.

2. Válvulas de macho.

El uso de las válvulas macho, al igual que las válvulas de compuerta, es para servicio de corte y sin estrangulación.

El cuerpo de una válvula macho, está hecho de tal manera, que sostiene en su interior un cilindro o tapón ahusado, que gira por medio de una palanca. Este cilindro tiene agujeros o puertos, los cuales al alinearse con la tubería, permite el paso del fluido ; cuando el tapón es girado 90° en el cuerpo, la parte solida del tapón bloquea los puertos y entonces evita que pase el fluido.

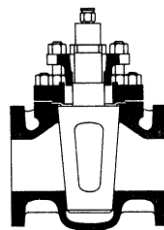


Imagen 4.4.3.I.2 Válvula de macho.

Características generales de las válvulas macho:

- a) Es muy compacta.
- b) De eso ligero.
- c) Tienen baja caída de presión (válvula con orificio completo).
- d) Son herméticas.
- e) De fácil operación de $\frac{1}{4}$ de vuelta.
- f) Se usan para bloqueo (abierta o cerrada).
- g) Indicación visual de la posición de la válvula.
- h) Apertura y cierre rápidos.
- i) Económicas
- j) Pueden usarse para bajas y altas presiones.

Aplicaciones

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

Variaciones

- Lubricada, sin lubricar, orificios múltiples.

3. Válvula de bola

Las válvulas de bola, básicamente, son válvulas de macho modificadas, solo que en lugar del tapón cónico, se emplea una esfera perfecta dotada de un barreno pasado. La bola gira, apoyada sobre un asiento de teflón el cual es intercambiable.

La válvula de bola es de acción más rápida y de cierre más hermético que las válvulas de globo o de compuerta del tipo convencional.

Estas válvulas se utilizan principalmente para servicio de corte y no son satisfactorias para estrangulación. Son rápidas para operarlas, de mantenimiento fácil, no requieren lubricación, producen cierre hermético con poco torsión es función del tamaño del orificio.

La válvula de bola está limitada a la temperatura y presiones que permite el material plástico del asiento.

Se pueden emplear para vapor, agua, aceite, gas, aire, fluidos corrosivos, pastas aguadas y materiales pulverizados secos.

Los principales componentes de estas válvulas son; el cuerpo, el asiento y la bola; las bolas pueden tener orificios completos, del tipo Venturi y de superficie reducida.

El orificio completo es igual al diámetro interior de la tubería.

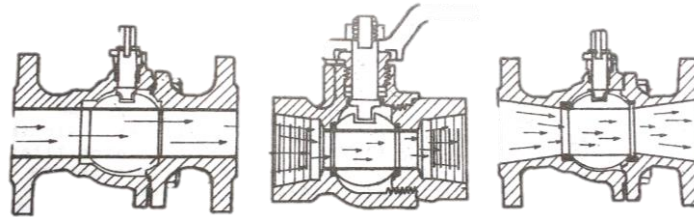


Imagen 4.4.3.I.3 Orificio completo, Orificio reducido, Venturi.

El orificio tipo Venturi tiene superficies reducidas y hay flujo Venturi dentro del cuerpo.

El orificio reducido es un agujero con menor diámetro que el de la tubería.

Los materiales más comunes para los asientos de las válvulas de bola son: TFE, nylon, buna-N y neopreno, aunque su uso está limitado por las temperaturas. Se han producido asientos de grafito para temperaturas hasta de 1000 °F.

El vástago de la válvula de bola no está, por lo general, sujeto a la bola, se suele hacer una ranura en la bola y se conforma el extremo del vástago para ajuste en la ranura y permita girar la bola.

El vástago se sella con sellos anulares o con empaquetaduras convencionales de material TFE.

TFE, o material relleno o impregnado de TFE, que se fija en su lugar con un anillo de compresión.

Los tamaños más comunes para este tipo de válvula son de ¼ hasta 36”.

Tipos de válvulas de bola

Los dos diseños básicos de este tipo de válvulas difieren entre sí en la forma de introducir la bola hacia el interior del cuerpo.

Uno de estos métodos es llamado de “entrada superior” y el otro de “entrada al extremo”.

La válvula con entrada superior puede repararse, sin necesidad de desmontarla de la tubería, mientras que la de entrada al extremo ofrece una unión autocontenida, que en algunas ocasiones es una característica deseable.

Con el diseño de entrada lateral se obtiene una válvula en la que por lo general el flujo solo puede correr en una dirección; cuando el flujo se suspende, (la válvula se cierra) la presión del fluido fuerza a la bola a oprimirse contra el asiento, situado aguas abajo, de manera similar a como trabaja la válvula de retención (check)

Cuando la válvula se abre, la bola es mantenida contra el asiento, situado en la dirección del flujo por medio de un resorte.

En las válvulas de entrada por arriba, la bola queda acojinada entre los dos asientos de teflón y por esta circunstancia ya no se requiere resortes y entonces el flujo puede seguir cualquiera de las dos direcciones.

El mantenimiento de los tipos de válvulas de bola es sumamente sencillo, ya que cuando llegan a perder su hermeticidad los asientos, los sellos y las bolas pueden cambiarse, con lo que las válvulas quedan prácticamente nuevas.

Características generales de las válvulas de bola.

a) Ventajas:

1. Inmejorables propiedades para conducción de flujo. El líquido fluye perfecta e ininterrumpidamente sin caída de presión, al igual que en las válvulas de compuerta.
2. Proporcionan un sello hermético y seguro como el de la válvula de globo.
3. Puede instalarse en cualquier posición que se requiera.
4. Una fácil operación con $\frac{1}{4}$ de vuelta del maneral, la válvula se tiene abierta o cerrada.
5. Indicación visual de que la válvula está cerrada o abierta.
6. Diseño compacto que permite un espacio mínimo de instalación y de operación.
7. Sus partes son reemplazadas, no requieren lubricación y puede tenerse un rápido acceso al interior de la válvula.

8. Los asientos pueden ser reajustados en la medida que el desgaste de estos se presenta.
- b) Limitaciones:
1. Este tipo de válvulas no es recomendable para la regulación de fluidos. Un cierre rápido puede crear un golpe de ariete.

Materiales

Hierro fundido, hierro dúctil, bronce, aluminio, acero al carbono, acero inoxidable, latón, titanio, zirconio, tántalo y muchas aleaciones resistentes a la corrosión, incluyendo plásticos.

4. Válvulas de aleta o de mariposa.

Fundamentalmente existen dos tipos de válvulas de aleta o mariposa. Uno de ellos es el tipo de caja, que generalmente está dotado de conexiones con rosca para tubo, instalándose a las líneas por ese método de unión, mientras que el otro es el tipo de bridas planas de hierro fundido de la clase 125, o entre bridas de acero de la clase 150 del estándar de la ASA.

Las válvulas de mariposa tienen algunas ventajas, entre las cuales destacan las que se mencionan a continuación:

1. Son de construcción compacta y sus dimensiones longitudinales (cara de cara de sus extremos) son muy reducidas.
2. Son de cierre rápido, ya que basta un cuarto de vuelta para cambiar de la posición totalmente abierta a la de totalmente cerrada. Para las válvulas de tamaños menores se emplean manivelas para el manejo, en tanto que para las grandes, de 8 in (205 mm) en adelante, se recomienda la aplicación de engranajes.
3. Las presiones nominales de estas válvulas son generalmente de 150 lb/in² (10.55 Kg/cm²) de presión de agua, aceite o gas. Las válvulas de este tipo son económicas en su adquisición, así como en la instalación, mantenimiento y reparaciones.

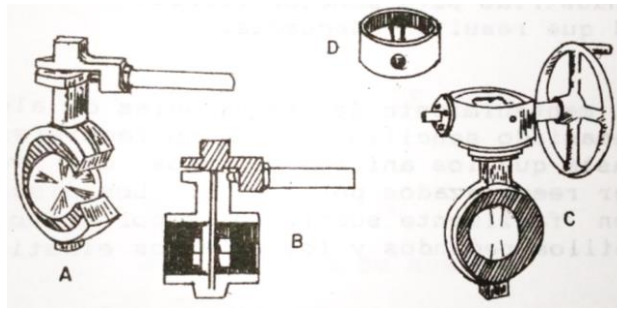


Imagen 4.4.3.I.4. Variantes de válvula de mariposa.

- a) Válvula con revestimiento de hule vulcanizado
- b) Válvula con extremos roscados
- c) Válvula con operador de engranes
- d) Válvula con asiento de elastómero reemplazable

Las válvulas de mariposa se obtienen con insertos de diferentes metales, guarniciones asientos de diversos materiales o asientos elásticos, cuya elección depende de las condiciones específicas de cada instalación. La elección adecuada solo puede hacerse conociendo la presión, la temperatura y las características del fluido que se va a manejar.

Las válvulas de aleta pueden obtenerse con asientos elásticos vulcanizados, asientos elásticos intercambiables o asientos de metal con anillo redondo en el disco para cierre hermético.

Las válvulas de aleta encuentran aplicación en la mayoría de los sistemas en los que requieren válvulas. En las tuberías colectoras de petróleo instaladas en el país (E.E.U.U.) se les usa profusamente. También se ha generalizado su aplicación a la totalidad de las industrias para manejar cualquier clase de líquido para el que resulten adecuadas.

El mantenimiento de las válvulas de aleta o mariposa es demasiado sencillo, ya que no requieren lubricación sino hasta que los anillos redondos del vástago necesitan ser reemplazados por nuevos. Los discos y los vástagos son fácilmente sustituibles por nuevos, igual que los anillos redondos y los asientos elásticos.

La reposición de los asientos elásticos vulcanizados es un trabajo que debe ser un hecho por la misma factoría, aunque por lo general, cuando este tipo de asientos se ha deteriorado resulta más económico comprar una válvula enteramente nueva, ya que el precio de las válvulas de aleta o mariposa es verdaderamente bajo.

II. Válvulas de Control de flujo

1. Válvulas de globo.

Este tipo de válvula se usa generalmente en tuberías de poco diámetro para servicios de paso o control. Se usan principalmente para servicio de vapor y aire, donde se haga necesario el control del flujo y un bloqueo positivo.

La instalación de este tipo de válvulas se hace de manera que el flujo, asciende por el anillo del asiento contra el fondo del cisco o globo, para esto evita que se acumulen desechos sobre el disco, los que a su vez causan problemas de operación.

Para servicio de regulación de flujo, la válvula de globo es superior a los demás tipos, debido al relativo poco desgaste de sus asientos. Se aplican también en operaciones de control o regulación si se hace necesario en operaciones de control o regulación si se hace necesario un bloque hermético. Una válvula globo de tamaño grande es generalmente más cara que una válvula de compuerta y muchos usuarios prefieren las válvulas de globo en tamaños chicos (de 1 ½ para abajo).

La válvula convencional de globo presenta una gran resistencia al flujo del fluido. Por consiguiente, se ha extendido el uso de la válvula angular y la válvula “Y”, con objeto de reducir dicha resistencia.

La de ángulo no es de uso muy extendido debido a que el ángulo de 90° en una tubería de proceso someterá la válvula a esfuerzos considerables.

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.

Válvula típica de globo de forma simétrica:

Cuando se emplea una válvula de globo para regular el flujo de un fluido cualquiera, se produce un estrangulamiento que causa el desgaste del asiento y del disco, así que después de haberla usado en esta forma por algún tiempo, la válvula ya no cierra herméticamente. Imagen 4.4.3.II.1.

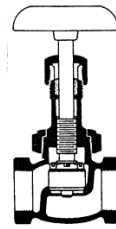


Imagen 4.4.3.II.1 Válvula de globo de forma simétrica.

Para obtener un cierre hermético en el momento necesario, es mejor instalar dos válvulas en la línea, una para el estrangulamiento requerido, mientras que la segunda permanecerá, ya sea completamente abierta o cerrada.

La válvula de globo, por la forma de su construcción, se recomienda en aquellos casos en los que se tiene que estar abriendo y cerrando el sistema con frecuencia. El disco de la válvula de globo toca el asiento en el mismo instante en el que se produce el cierre, mientras que una válvula de compuerta el disco se desliza con lentitud sobre el asiento a todo lo largo del diámetro de este, produciéndose desgaste debido al frotamiento de las dos superficies.

Por los motivos que hemos expuesto, en todas las especificaciones correctas de los manuales de ingeniería se encontraran condiciones en el sentido de que las “válvulas de globo deben emplearse en todos aquellos servicios en los que se requiere el estrangulamiento del flujo. O en los casos en donde la válvula se tiene que abrir y cerrar con frecuencia. Las válvulas de compuerta se requieren el flujo completo, o si la citada válvula ha de permanecer normalmente abierta o cerrada en forma continua”.

Estos casos se ilustran con amplitud en la siguiente imagen:

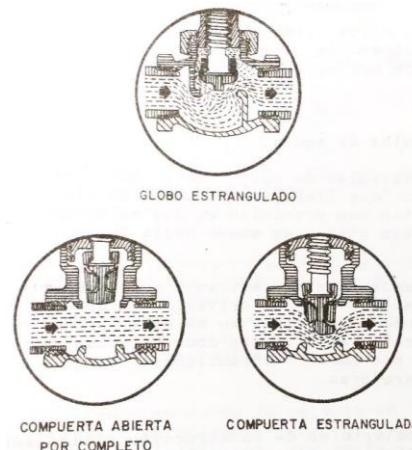


Imagen 4.4.3.II.2. Diagrama de las condiciones de flujo.

Carretera Panamericana KM 1080, C.P. 29050. Apartado Postal 599
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Tel(s) (961) 61 503 80 www.ittg.edu.mx

Estos diagramas nos dan la respuesta adecuada a la pregunta de cuándo se deben usar válvulas de globo y cuando de compuerta. Las válvulas de globo se emplean para el estrangulamiento del flujo. Nótese que el flujo se desarrolla alrededor del total de la superficie del disco, por lo que se produce el desgaste.

Las válvulas de globo pueden ser asentadas o reesmeriladas con facilidad. Las válvulas de compuerta se utilizan cuando se desea obtener un flujo completamente libre, sin obstrucciones y con el mínimo posible de pérdidas.

Se tienen otros tipos de válvulas que básicamente son modificaciones de las válvulas de globo. Estas son: Válvulas de aguja, válvulas en “Y”, válvulas de ángulo.

a) Válvulas de aguja.

Las válvulas de aguja son, básicamente, válvulas de globo que tienen machos cónicos similares a agujas que ajustan con precisión en sus asientos. Al abrirlas, el vástago gira y se mueve hacia afuera.

Se puede lograr estrangulación exacta de volúmenes pequeños debido al orificio variable que se forma entre el macho cónico y su asiento también es cónico. Por lo general, se utilizan como válvulas para instrumentos o en sistemas hidráulicos, aunque no para altas temperaturas.

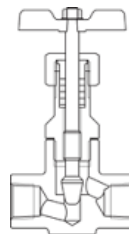


Imagen 4.4.3.II.3. Válvula de aguja es para control preciso.

b) Válvulas en “Y”.

Las válvulas en “Y”, que son una modificación de las válvulas de globo, tienen el conducto rectilíneo de una válvula de compuerta.

El orificio para el asiento está a un ángulo de 45° con el sentido de flujo. Por tanto, se obtiene una trayectoria más lisa, similar a la de la válvula de compuerta y hay menor caída de presión que en la válvula de globo convencional; además, tiene buena capacidad para estrangulación. Las componentes de la válvula en “Y” son vástago, disco y anillo de asiento, como

en las válvulas de globo. Los materiales con que se fabrican y sus tamaños son más o menos los mismos que en las de globo. Cualquier especificación de válvulas de globo se puede satisfacer con la válvula en “Y”.



Imagen 4.4.3.II.4. Válvula de globo en “Y” permite flujo rectilíneo.

c) Válvula de ángulo.

Las válvulas en ángulo son, básicamente, válvulas de globo que tienen conexiones de entrada y salida en ángulo recto. Su empleo principal es para servicio de estrangulación y presentación menos resistencia al flujo que las de globo. Al abrirlas, el vástago gira y se mueve hacia afuera.

Los componentes de la válvula de ángulo son los mismos para el vástago, disco y anillos de asiento que en las de globo. El eje del vástago está alineado con uno de los extremos.

La forma en ángulo recto del cuerpo elimina el uso de un codo porque el flujo en el lado de entrada está en ángulo recto con la del lado de salida. Los materiales de construcción y tamaños son más o menos los mismos que para las válvulas de globo: Bronce, hierro fundido, hierro, acero forjado, Monel, acero fundido, acero inoxidable.

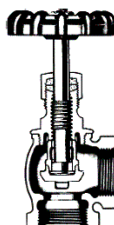


Imagen 4.4.3.II.5. Válvula en ángulo, una forma especial de la válvula de globo.

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.

2. Válvula de mariposa.

Ciertamente las válvulas de mariposa no son nuevas pero en los últimos años se ha incrementado su uso como elementos de control final.

Si el trabajo a ser hecho requiere un sello ajustado, las válvulas de mariposa son frecuentemente revestidas con un material elástico, para lograr un sellado más efectivo cuando está cerrada, tiene como ventaja la baja resistencia que opone el paso del fluido, su bajo peso permite usarlo sin soporte y como se dijo anteriormente, pueden ser usadas como válvulas de control ya que cualquier cambio en su carrera corresponde a un cambio de igual porcentaje en el flujo.

Para los servicios de estrangulamiento se recomienda por lo general la válvula con recubrimiento de hule. Se pueden obtener manivelas de estrangulamiento que operan sobre una cremallera, con muescas a cada 10° en un arco de 90°.

La manivela va dotada en este caso de un dispositivo de trinquete que bloquea su posición en cada una de las muescas, evitando así que el disco cambie de la posición de estrangulamiento deseada.

También pueden obtenerse dispositivos de accionamiento por medio de engranajes que permiten la graduación ilimitada de cualquier estado de estrangulamiento.



Imagen 4.4.3.9. Válvula de mariposa.

3. Válvulas de diafragma.

La válvula de diafragma consiste en un cuerpo con flujo rectilíneo que puede o no estar interrumpiendo por un vertedero transversal. El cierre de la válvula se efectúa al oprimir un diafragma flexible contra la pared interna del cuerpo o contra el verte al oprimir un diafragma flexible contra la pared interna del cuerpo o contra el vertedero transversal.

El diafragma sella entre el cuerpo y el vástago y el compresor en forma de galleta, por lo cual la válvula es a prueba de fugas.

La válvula original de este tipo se llamó válvula Saunders, por su inventor. Tiene un vertedero transversal configurado y solo requiere un pequeño movimiento del diafragma para abrir o cerrar.

Ventaja:

- Es a prueba de fugas y no requiere empaquetadura.

Desventaja:

- No es adecuada para funcionamiento con altas presiones.

Este tipo de válvula es excelente para servicio de estrangulación cuando se manejan materiales corrosivos o tóxicos; como ejemplo citaremos el servicio de ácido sulfúrico y tratamiento el servicio de ácido sulfúrico y tratamiento de agua. Por lo general se fabrican recubiertas de vidrio y se usan con un diafragma de plástico fluorinado.

En servicio de alquilerización, el soporte interior del diafragma, comúnmente hecho de acero inoxidable debe especificarse de Monel para evitar roturas.

En las válvulas de diafragma se ha eliminado el estopero, por el uso de un diafragma flexible, entre el cuerpo y la torre.

Características de las válvulas de diafragma:

1. Bonete independiente: El diafragma separa completamente las partes del mecanismo del contacto con el fluido.
2. Cierre hermético a pruebas de fugas: La gran área de contacto entre el diafragma y el vertedor asegura que no haya posibilidad de fugas.
3. Paso Liso Hidrodinámico: Sin cavidades o cambios bruscos de dirección.
4. No necesita estopero o empaques en el vástago.
5. Mantenimiento sencillo sin desmontarla de la tubería.

Su diseño permite el acceso al interior de la tubería para limpieza o inspección. Así como elimina el contacto con metal en el asiento.

El diafragma es levantado cuando se abre la válvula y es presionado perfectamente contra el vertedor cuando la válvula es cerrada. Y es soportado en cualquier posición intermedia los dedos del compresor que se alternan con los de la placa de soporte.

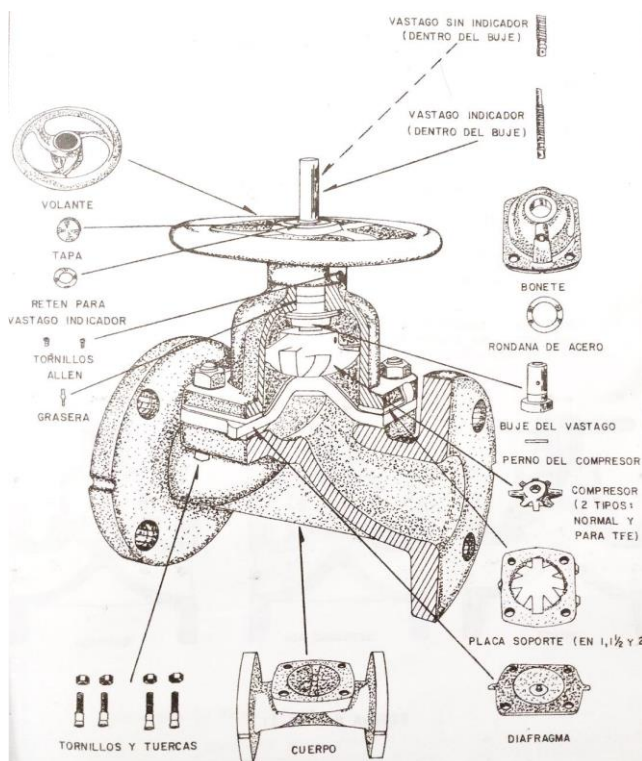


Imagen 4.4.3.10. Partes de una válvula de diafragma.

Carretera Panamericana KM 1080, C.P. 29050. Apartado Postal 599
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Tel(s) (961) 61 503 80 www.ittg.edu.mx

5. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.

5.1. SELECCIÓN DE VÁLVULA.



Imagen 5.1.1. Tanque acumulador de aceite/aire. Segunda etapa

Condiciones de trabajo de la válvula a seleccionar:

- Presión nominal de trabajo es de 64 Bar de potencia, lo que equivale a 928.2415 Psi.
- Uso poco frecuente.
- Uso talmente abierta o totalmente cerrada.
- Diámetro de 4 in, cedula 40.
- Liquido de trabajo aceite.
- Temperatura de trabajo 34°C.
- Baja caída de presión.

Para seleccionar una válvula, primeramente se comparan las características generales de las válvulas con las condiciones de trabajo que se requieren, y así descartar las no adecuadas.

Anteriormente se señalan 5 categorías de válvulas:

- a) Válvulas de bloqueo.
- b) Válvulas de control de flujo.
- c) Válvulas para desahogo de presión.
- d) Válvulas anti-retorno.
- e) Válvulas de control.

De las cuales se descartan tres categorías que son las de desahogo de presión, anti-retorno y las válvulas de control, ya que las funciones de dichas válvulas no son las que se requieren para este caso.

Conforme a estas características que debe tener la válvula, se procederá a descartar las menos probables dentro de las dos categorías sobrantes, que son las de bloqueo y las de control de flujo:

1. Válvulas de bloqueo descartadas:

- Válvula de bola: Por ser de accionamiento rápido, ya que al estar manejando altas presiones podría provocar golpe de ariete al abrir o cerrar la válvula descuidadamente, así que *por seguridad se descarta*.
- Válvula macho: Por ser de accionamiento rápido se toman las mismas consideraciones que la válvula de bola.
- Válvula de mariposa: Esta válvula es buena para cierres herméticos y reguladora de caudal, sin embargo *no es recomendable para altas presiones, por lo tanto se descarta*.

Después de un breve análisis, quedan descartadas 3 de 4 válvulas de bloqueo siendo la válvula de compuerta la más adecuada dentro de ese grupo. Esta válvula cumple con la mayoría de las expectativas que se requieren, se pueden utilizar para altas y bajas presiones, al igual que a altas temperaturas, es de uso poco frecuente, provocan bajas caídas de presión, se utilizan totalmente abiertas o cerradas, y al ser de vueltas múltiples, la velocidad de apertura y cierre es lento, por lo tanto, se pueden prevenir los golpes de

ariete provocados por los diferenciales de presión en las tuberías, sin embargo, no sirven para el control de flujo, aunque esta última característica no es requerida en su totalidad, sería conveniente continuar analizando las características de las demás válvulas para tener más opciones de selección:

2. Válvulas de control de flujo:

- Válvula de globo: Para servicio de regulación de flujo, la válvula de globo es superior a los demás tipos, debido al relativo poco desgaste de sus asientos, sin embargo, provoca grandes caídas de presión, lo cual es indispensable ya que esta presión va dirigida a pistones de potencia que regulan la velocidad de la unidad generadora y realizan el cierre hermético del distribuidor, por lo tanto *queda descartada por la alta caída de presión que provoca.*
- Válvula de mariposa: Posee una excelente regulación del caudal y mínima resistencia al flujo pero *no son recomendables para altas presiones, por lo tanto se descarta.*
- Válvula de diafragma: Baja caída de presión pero *no es recomendada para funcionamiento a altas presiones, por lo tanto, se descarta.*

Dentro de las válvulas de control de flujo, todas quedan descartadas, y la válvula de globo especialmente por provocar grandes caídas de presión, sin embargo, la válvula de globo tiene las mismas características que una válvula de compuerta, a diferencia de que esta sirve para la regulación de flujo y es de uso frecuente, así que para descartarla en su totalidad, se realizará un cálculo para conocer qué tan grande es la caída de presión que provoca y saber si puede ser despreciable para el sistema o no.

5.2. CALCULO DE PERDIDA DE PRESIÓN

Se realiza primeramente el calculo para conocer las perdidas de carga en la tuberia que se tiene actualmente, despues, a ese calculo se le agregara la perdida provocada por valvula de compuerta, y de igual forma el de la valvula de globo, para finalmente comparar cual es el porcentaje de perdidas de una valvula respecto a la otra.

El trayecto a analizar será desde la salida del tanque acumulador de aceite hasta la brida anterior a la primera válvula pilotada, ya que la válvula que se desea servirá para aislar el resto del sistema por algún fallo en las válvulas posteriores a esta. (Tramo total AB)

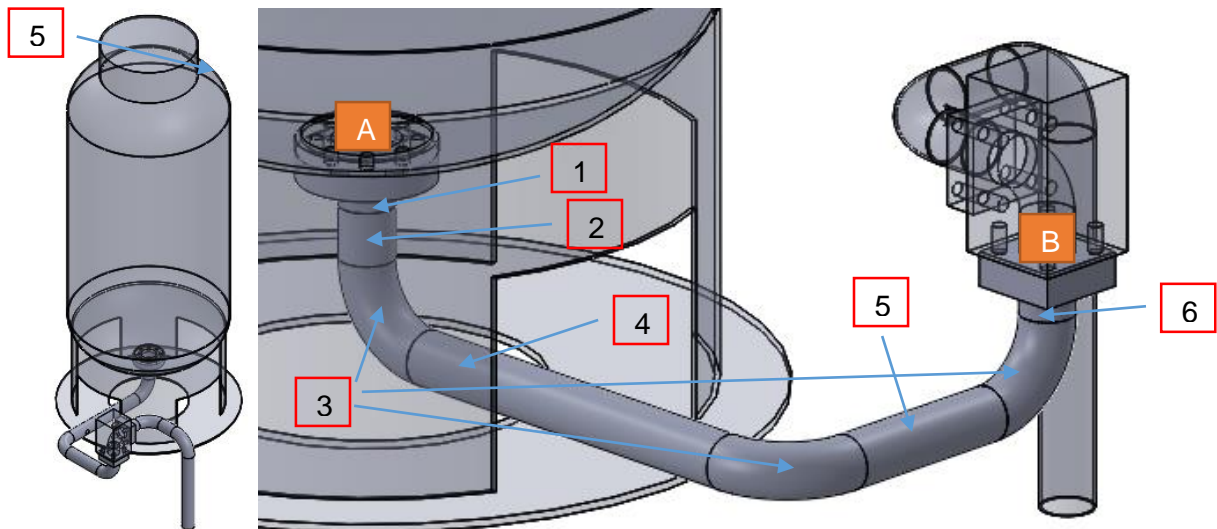


Imagen 5.2.1. Dibujo del tanque acumulador de aceite de la segunda etapa.

Este trayecto de tubería esta compuesto por:

1. Reduccion de 5in a 4 in de diametro
2. Tramo de tubería de 10 cm
3. Codo de 90° de radio de 15 cm
4. Tramo de tubería de 72 cm
5. Tramo de tubería de 35 cm
6. Tramo de tubería de 5 cm

Datos para realizar el calculo de perdidas de carga hidraulica:

- Tubería de 4 in, cedula 40
- $D = 114.3\text{mm} = 0.1143\text{m}$ y $d = 102.3\text{mm} = 0.1023\text{m}$
- $P_{trab} = 64\text{Bar}$
- $T = 34^{\circ}\text{C}$
- $Q = 40\text{L/s} = 0.04\text{ m}^3/\text{s} = 40,000\text{ cm}^3/\text{s}$
- Tubería de hierro galvanizado $\epsilon = 0.015\text{cm}$ (Tamaño de las imperfecciones)
- $\nu = 0.651 * 10^{-4}\text{ m}^2/\text{s}$, (Viscosidad cinematica a 40°C)
- $\rho = 870\text{ kg}/\text{m}^3$ (Densidad a 15°C)

5.2.1. Perdidas por accesorios.

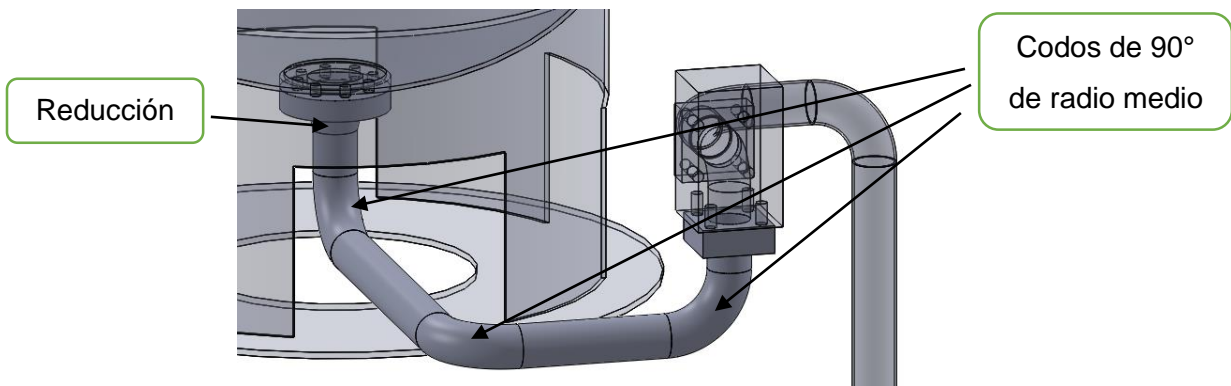


Imagen 5.2.1. Accesorios.

En la salida de la brida, comienza con un cono de reducción de 5 in de diámetro a 4 in, por lo tanto se calcula la pérdida por accesorio de ensanchamiento gradual (reducción) y su ecuación es:

$$h_a = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} \text{----- (1)}$$

Para esto se necesita conocer la velocidad de entrada y de salida del fluido (Aceite) en la reducción, que se pueden obtener con el caudal y con sus diámetros de entrada y de salida:

El diámetro interno para una tubería de 5 in de cedula 40 es de $d_1 = 128.2\text{mm} = 12.82\text{cm}$ y el diámetro interno de la tubería de 4 in es de $d_2 = 102.3\text{mm} = 10.23\text{cm}$

$$V_1 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot (40,000 \text{ cm}^3/\text{s})}{\pi \cdot (12.82 \text{ cm})^2} = 309.88 \text{ cm/s} = \mathbf{3.0988 \text{ m/s}} \text{----- (2)}$$

$$V_2 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_2^2} = \frac{4 \cdot (40,000 \text{ cm}^3/\text{s})}{\pi \cdot (10.23 \text{ cm})^2} = 486.65 \text{ cm/s} = \mathbf{4.8665 \text{ m/s}} \text{----- (3)}$$

Se sustituyen los valores de V_1 y V_2 en la ecu. 1 y se obtiene la pérdida de carga por ensanchamiento (reducción) gradual de tubería:

$$h_{a1} = \frac{(3.0988 \text{ m/s} - 4.8665 \text{ m/s})^2}{2g} = \mathbf{0.159264 \text{ m}} \text{----- (4)}$$

Tabla 5.2.1. Valores de coeficientes experimentales.

Accesorios	k
De depósito a tubería a ras	0.5
Codo de 90° de radio medio	0.75

Teniendo los valores de k de los accesorios faltantes, se procede a hacer sus respectivos calculos para obtener la perdida total por accesorios:

$$h_{a2} = \Sigma k \frac{V_f^2}{2g} = (0.5 + 3 * 0.75) \frac{(4.8665 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2} = 3.331945 \text{ m} \text{ ----- (5)}$$

Perdida total por accesorios:

$$h_{aT} = h_{a1} + h_{a2} = 0.159264 \text{ m} + 3.331945 \text{ m} = 3.491228 \text{ m} \text{ ----- (6)}$$

5.2.2. Perdidas por longitud de tuberia.

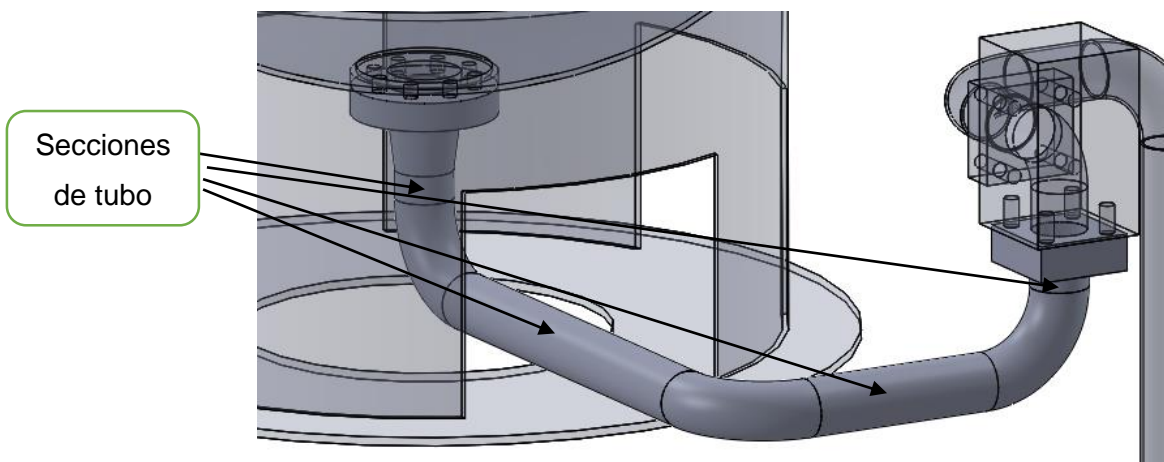


Imagen 5.2.2. Tramos de tuberia.

Ya que todas las secciones de tuberia tienen el mismo diametro y material, el numero de Reynols, el coeficiente de friccion y la velocidad no cambiarán, se sumarán sus longitudes y se sacara como una sola sección:

$$h_t = f \frac{\Sigma L * V_f^2}{d * 2g} \text{ ----- (7)}$$

Coeficiente de friccion en tuberias para flujo turbulento:

$$f = \frac{1.325}{\left[\ln \left(\frac{\epsilon}{3.7 * d} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2} \text{ ----- (8)}$$

Coeficiente de friccion en tuberias de flujo laminar:

$$f = \frac{64}{Re} \text{ ----- (9)}$$

Numero de Reynolds:

$$Re = \frac{v_f * d}{\nu} = \frac{(4.8665 \text{ m/s}) * 0.1023 \text{ m}}{0.651 * 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}} = 7,647.357 \text{ ----- (10)}$$

$$Re \leq 2,000 = \text{flujo laminar}, 4,000 \leq Re = \text{Flujo turbulento}$$

$$\therefore Re = \text{Flujo turbulento}$$

Sustituyendo el numero de Reynolds obtenido en (8), se obtiene el coeficiente de fricción de:

$$f = 0.035 \text{ ----- (11)}$$

En el trayecto a anilizar existen 4 tramos de tubería de 4 pulgadas de diametro, como se marca en la tabla 5.2.2.:

Tabla 5.2.2. Tramos de tubería.

Tuberías	Longitud
Tramo 1	0.1 m
Tramo 2	0.72 m
Tramo 3	0.35 m
Tramo 4	0.05 m

Teniendose todos los valores para calcular la perdida en las tuberías, se procede a encontrar su valor:

$$h_t = (0.035) \frac{(0.1\text{m}+0.72\text{m}+0.35\text{m}+0.05\text{m}) * (4.8665 \text{ m/s})^2}{0.1023 \text{ m} * 2 * 9.81 \text{ m/s}^2} = 0.5038 \text{ m ----- (12)}$$

5.2.3. Suma total de perdidas de carga hidraulica.

Finalmente se suman el total de perdidas por accesorios y por longitud de tubería, para obtener la perdida total en el sistema:

$$H_T = h_{aT} + h_t = 3.491228 \text{ m} + 0.5038 \text{ m} = 3.995028 \text{ m ----- (13)}$$

$$P_2 = P_1 * \Delta P \text{ ----- (14)}$$

$$\Delta P = \gamma * H_T = 870 \text{ kg/m}^3 * 9.81 \text{ m/s}^2 * 3.995028 \text{ m} = 34,096.36 \text{ Pa -- (15)}$$

$$34,096.36 \text{ Pa} = 4.9453 \text{ Psi ----- (16)}$$

Sustituyendo valores de 15 en 14 tenemos:

$$P_2 = P_1 - \Delta P = 928.2415 \text{Psi} - 4.9453 \text{Psi} = \mathbf{923.2962 \text{Psi}} \text{ ----- (17)}$$

La presión final en el tramo AB de tubería de alimentación de aceite es de **923.2962 Psi**, que es igual a **63.659 Bar**.

5.2.4. Presión final en el sistema de alimentación de aceite al implementar válvulas.

Perdidas provocadas por válvula de compuerta totalmente abierta, $k = 0.19$:

$$h_{aC} = 0.19 * \frac{(4.8665 \text{m/s})^2}{2 * 9.81 \text{m/s}^2} = \mathbf{0.229344 \text{m}} \text{ ----- (18)}$$

Perdidas provocadas por válvula de globo totalmente abierta, $k = 10$:

$$h_{aG} = 10 * \frac{(4.8665 \text{m/s})^2}{2 * 9.81 \text{m/s}^2} = \mathbf{12.070755 \text{m}} \text{ ----- (19)}$$

1. Presión final en la tubería de alimentación de aceite con válvula de compuerta:

Sustituyendo valores de la ec. 18 en las ec. 14 y 15:

$$\Delta P = \gamma * H_T = 870 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.229344 \text{m} = \mathbf{1,957.3822 \text{Pa}}$$

$$1,957.3822 \text{Pa} = \mathbf{0.2838 \text{Psi}}$$

$$P_f = P_2 - P_C = 923.2962 \text{Psi} - 0.2838 \text{Psi} = \mathbf{923.0124 \text{Psi}} = \mathbf{63.6394 \text{Bar}}$$

2. Presión final en la tubería de alimentación de aceite con válvula de globo:

$$\Delta P = \gamma * H_T = 870 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 12.0707 \text{m} = \mathbf{103,019.80329 \text{Pa}}$$

$$103,019.80329 \text{Pa} = \mathbf{14.9417 \text{Psi}}$$

$$P_f = P_2 - P_C = 923.2962 \text{Psi} - 14.9417 \text{Psi} = \mathbf{908.3545 \text{Psi}} = \mathbf{62.6288 \text{Bar}}$$

5.3. Recomendaciones.

Con los datos anteriormente obtenidos se aconseja que la mejor opción a elegir es la válvula de compuerta debido a las bajas caídas de presión que provoca, y así mismo se descarta el uso de la válvula de globo ya que podría provocar una deficiencia en el sistema de trabajo de la unidad.

Sin embargo, la válvula de compuerta al no estar diseñada para la regulación de caudal, con el tiempo y el uso, en el momento en el que se desee equilibrar la presión antes y después de la válvula implementada, al finalizar el mantenimiento, podría provocar desgastes excesivos en el disco de la válvula, que a su vez perdería el cierre hermético que deseamos para evitar fugas de aceite, por lo que, como opción se podrían implementar ambas válvulas en bypass, y así utilizar la válvula de compuerta como válvula principal para aislar el sistema y la válvula de globo para llevar al equilibrio de presiones a ambos tramos de tubería. La válvula de globo no necesariamente tiene que ser del mismo tamaño que la válvula principal, ya que lo que se busca de esta válvula secundaria es evitar un golpe de ariete por exceso de caudal en las tuberías. A su vez también por seguridad sería conveniente instalar un manómetro (posterior a la válvula implementada) para evitar un accidente por desconocer si el sistema estaba completamente despresurizado.

CONCLUSIÓN.

Para la realización de este proyecto, la información se recaudó de manuales de mantenimiento e instalaciones hidráulicas para obtener información verídica de lo que se deseaba conocer.

Después de una amplia investigación, se pudo concluir técnicamente cual era la válvula más adecuada mediante el cálculo y el análisis, de tal forma que los resultados puedan ser justificados.

La mayor parte del razonamiento se obtiene de las recomendaciones que los manuales otorgan, las cuales se basan en las experiencias obtenidas a través del tiempo por diversos usuarios, además de otras investigaciones en diversas fuentes, que toman el aspecto técnico, económico, ambiental, entre otros, para una selección más adecuada.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Manual de mantenimiento industrial, Robert C. Rosaler, James O. Rice. Tomo III Editorial McGraw-Hill.
2. Instrumentación para medición y control. W. G. Holzbock. Publicaciones C.E.C. s.a.
3. Hidráulica de tuberías y canales, Arturo Rocha Felices.
4. Manual del ingeniero mecánico de Marks, segunda edición. Mc Graw Hill
5. Hand book válvulas de control, segunda edición, Fisher
6. Manual del ingeniero químico, quinta edición, Robert H. Perry, Cecil H. Chilton, Mc Graw Hill
7. Manual de mantenimiento, Instituto Mexicano del Petróleo
8. <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/accesorioshidraulicos/usoyclasificvalvulas/usoyclasifvalvulas.html>