

VÁLVULAS HIDRÁULICAS

Juan Angel Serrano Rodríguez

URALITA SISTEMAS DE TUBERIAS

VÁLVULAS HIDRÁULICAS

ÍNDICE

	Página
1. Válvulas hidráulicas. Introducción	2
2. Clasificación de válvulas hidráulicas	2
3. Parámetros a tener en cuenta para la elección de una válvula hidráulica	3
4. Funcionamiento de la válvula básica	3
4.1. Válvula de cámara simple	4
4.2. Válvula de cámara doble	5
4.3. Aplicaciones de la válvula trabajando exclusivamente en operaciones de apertura y cierre	6
5. Válvula de control de cámara simple	9
5.1. Funcionamiento del piloto de 2 vías	9
5.2. Aplicaciones de las válvulas de control con piloto de 2 vías	10
6. Válvula de control de cámara doble, el piloto de 3 vías	16
7. Ventajas e inconvenientes de los pilotos 2 y 3 vías	18
8. Accesorios de interés	19
9. Otras aplicaciones	20
10. Válvulas Volumétricas	25
11. Bibliografía	29

Una válvula hidráulica es un dispositivo que abre, cierra o modula el paso de agua, en la tubería donde va instalada, utilizando par ello la energía de la propia agua que circula a través de ella.

La importancia de este tipo de material se debe, precisamente, al hecho de ser autónomas y no necesitar para su funcionamiento ningún aporte de energía del exterior, si bien son susceptibles de recibir órdenes eléctricas de funcionamiento o cierre, a través de solenoides de bajo consumo. Todo esto las hace especialmente indicadas para la regulación de presiones, caudales, niveles, etc., en redes de abastecimiento y distribución de agua, además de funcionar como elementos comandables en sistemas de automatización y control.

La válvula hidráulica se compone generalmente de 3 partes principales:

- La válvula básica o cuerpo; que es el elemento que abre, cierra o modula el paso de agua.
- Uno o varios pilotos: encargados de comandar la válvula básica.
- El circuito de control: que incluye filtro de protección, llaves manuales, dispositivos de regulación, etc., y conexasionado de todos estos elementos con la válvula básica, los pilotos y la red.

El funcionamiento es como sigue: el piloto, perfectamente tarado, recibe información a través del circuito de control, del parámetro a controlar y ante cualquier variación de este, hace reaccionar a la válvula básica posicionándola de nuevo, de manera que se alcance la tara o consigna preestablecida. Más adelante explicaremos, detalladamente, el funcionamiento individualizado de la válvula básica y de los pilotos más importantes.

2.- CLASIFICACIÓN DE LAS VÁLVULAS HIDRÁULICAS.

Según el sistema de accionamiento, pueden ser de pistón o de diafragma. Para operar con agua no muy limpias, como son las de riego, el pistón está totalmente desechado, ya que las impurezas que lleva el agua se meten entre el pistón y la camisa, eliminando la estanqueidad y necesitando, por tanto, un gran mantenimiento. Dada la escasa utilización de estas últimas hablaremos sólo de válvulas de diafragma.

Según el número de cámaras pueden ser de cámara simple o de cámara doble, según que la parte inferior del diafragma esté comunicada aguas abajo, en el primer caso, o no esté comunicada en el caso de doble cámara. Hacemos notar que hay válvulas que permiten ser utilizadas indistintamente como de simple o doble cámara. Según la forma de su cuerpo, puede ser forma "Y", forma "globo" o forma "ángulo".

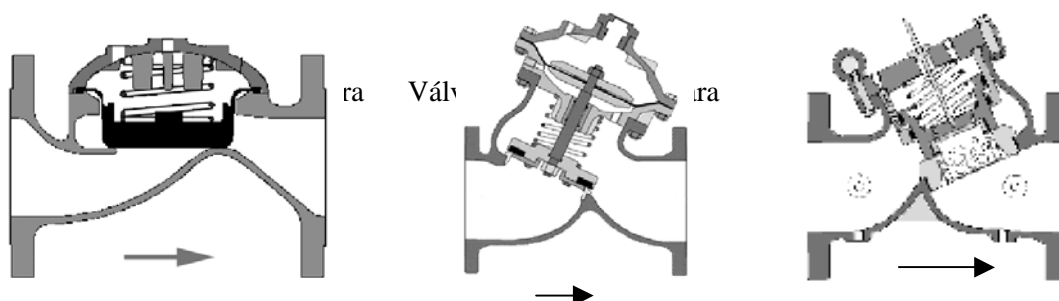


Fig. .1. Diversos tipos de válvulas.

3.-PARÁMETROS A TENER EN CUENTA PARA LA ELECCIÓN DE UNA VÁLVULA HIDRÁULICA

a) Pérdida de carga.- Es evidente que el mejor diseño será aquel que para el mismo caudal produzca una menor pérdida de carga. Esta cualidad se mide por el coeficiente K_v , que es el caudal que debe pasar por la válvula para producir una pérdida de carga de 1 kg/cm^2 . En general, las válvulas "Y" y "ángulo" tienen un coeficiente K_v aproximadamente un 20% superior a las válvulas "globo".

b) Facilidad de cavitación.- Depende del diseño del cuerpo, y se mide por el factor de cavitación:

$$R = (P_2 - P_v) / P$$

R = Factor de cavitación

P_2 = Presión aguas abajo

P_v = Presión de vapor

P = Presión diferencial

Las válvulas "Y" y las "ángulo" en general son más resistentes a la cavitación que las válvulas "globo".

c) Otras consideraciones.- También se deben considerar otras cuestiones no tan fácilmente medibles como las anteriores pero que pueden ser fundamentales para la elección de una válvula hidráulica, como por ejemplo, la facilidad o dificultad de su mantenimiento e instalación, la necesidad o no de carretes de desmontaje, el espacio necesario para su instalación, la posibilidad de utilización como válvula de cámara simple o doble, etc.

4.- FUNCIONAMIENTO DE LA VÁLVULA BÁSICA

Veamos a continuación las ecuaciones de funcionamiento de una válvula de diafragma de cámara simple o doble que abre o cierra. Opera de la siguiente manera:

- 1) Cerrar, inyectamos aguas de "aguas arriba" en la parte superior del diafragma.
- 2) Abrir, conectamos la parte superior del diafragma con la atmósfera.

4.1.- Válvula de cámara simple

Para que sea de cámara simple C abierto y B cerrado. Sea:

P1 - Presión aguas arriba

P2 - Presión aguas abajo

$P1 > P2$

Fig.2 Válvula de cámara simple

A) Cerrar: parte superior de la cámara conectada con "aguas arriba" de la válvula.

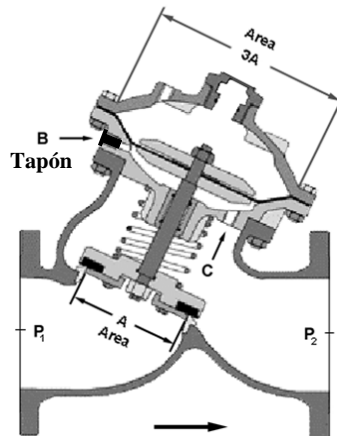
Suponiendo la válvula totalmente abierta en el momento inicial:

$$P1 \times A - P2 \times A + P2 \times 3A - P1 \times 3A = 0$$

ya que la pérdida de carga es muy pequeña ($P1 = P2$), esto hace que el comienzo del cierre sea muy lento y se tenga necesidad de la colaboración de un resorte para acelerarlo. A medida que la válvula se va cerrando P1 se va diferenciando de P2 (la pérdida de carga se va haciendo mayor).

La ecuación de fuerzas queda:

$$P1 \times A - P2 \times A + P2 \times 3A - P1 \times 3A - F_{\text{resorte}} < 0$$



Hay un desplazamiento del conjunto disco - cierre hasta que la válvula se cierra.

B) Abrir: situación parte superior de la cámara conectada con la atmósfera.

Ecuación de fuerzas:

$$P1 \times A - P2 \times A + P2 \times 3A - F_{\text{resorte}} > 0$$

El resorte debe estar elegido de tal forma que la anterior ecuación se cumpla.

Hay un desplazamiento del conjunto disco - cierre y la válvula se abre.

4.2.- Válvula de cámara doble

Para que sea de cámara doble el orificio B debe estar abierto y el C cerrado

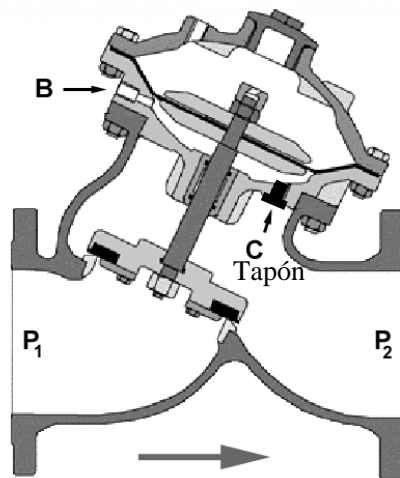
Fig. 3.-Válvula de cámara doble.

A) Cerrar.- parte superior de la cámara conectada con "aguas arriba" de la válvula.

Ecuación de fuerzas:

$$P_1 \times A - P_2 \times A - P_1 \times 3A < 0$$

Hay un desplazamiento del conjunto disco-cierre hasta que la válvula se cierra.



B) Abrir.- parte superior de la cámara conectada con la atmósfera.

$$P_1 \times A - P_2 \times A > 0, \text{ ya que } P_1 > P_2$$

No es necesario resorte para el cierre.

4.3.-Aplicaciones de la válvula trabajando exclusivamente en operaciones de apertura y cierre.

La primera y más sencilla de todas las operaciones que pueda realizar una válvula hidráulica es, lógicamente, abrir o cerrar, esta operación se consigue de la siguiente manera.

Sea la válvula de la figura 4 equipada con una válvula manual de 3 vías.

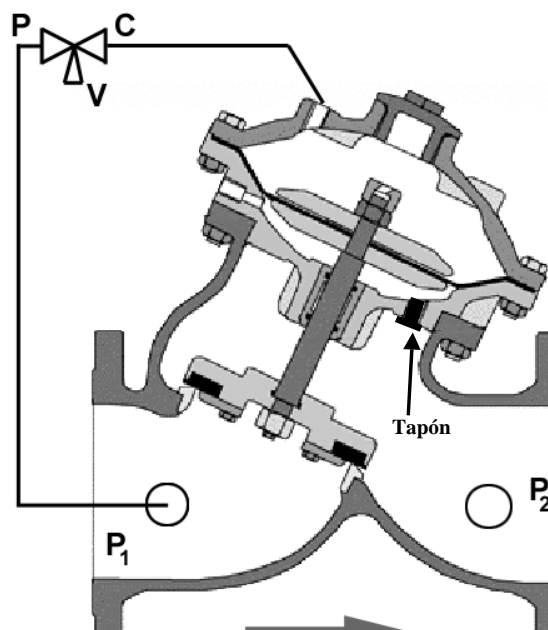


Fig 4 Válvula hidráulica con mando manual de 3 vías.

Cerrar.- comunicamos P con C

Abrir.- comunicamos C con V

Esta operación manual de abrir o cerrar podemos hacerla eléctricamente sustituyendo la válvula manual por una eléctrica, llamada comúnmente solenoide, que es un dispositivo consistente en una bobina y un núcleo metálico móvil que comunica un camino con otros dos (P o V), en función de si la bobina está activada o no. Existen dos tipos de solenoides.

Normalmente abierto (NO) sin electricidad, está comunicado C y P, la válvula está cerrada.

Normalmente cerrado (NC) sin electricidad, está comunicado C y V, la válvula está abierta.

Se elige uno u otro en función del nº de horas que la válvula está abierta o cerrada, con el fin de que la bobina esté activada el menor tiempo posible, otras veces la elección se hace con criterios de seguridad según queremos que la válvula quede abierta o cerrada tras un fallo de solenoide.

El consumo de un solenoide de este tipo se sitúa, generalmente, entre 5 y 15 vatios. Existen otros tipos de solenoides de 2 vías que lo que hacen es comunicar o interrumpir un camino, también existen otros tipos de solenoides de 2 ó 3 vías, llamados biestables o "latch", que no consumen electricidad en las posiciones de abierto o cerrado y sólo consumen en los cambios de posición.

Veamos ahora que la velocidad con que la válvula abre o cierra puede ser controlada a voluntad. Sea la válvula con el circuito de la figura siguiente:

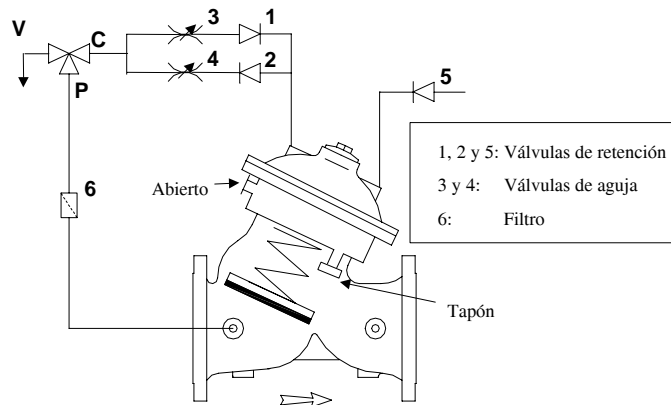


Fig . 5 Válvula de apertura y cierre controlado y retención

Si conectamos P con C, para cerrar la válvula, el agua penetrará en la cámara atravesando la válvula de retención 1 y la válvula de aguja, siendo este el único camino, ya que en el otro camino la válvula de retención 2 se lo impide, así pues con la válvula de aguja 3 podemos controlar el caudal que penetra en la cámara y, por tanto, la velocidad con que la válvula cierra.

Si queremos abrir la válvula, conectando V con C, el agua de la cámara pasa obligatoriamente por la válvula de aguja 4, y la válvula de retención 2 antes de salir a la atmósfera a través de "V" y, por tanto, podemos controlar la velocidad con que la válvula abre manipulando la válvula de aguja 4.

Queremos recalcar la importancia que tienen la posibilidad de poder regular las velocidades de apertura y cierre en este tipo de válvulas, ya que podremos hacer, por ejemplo, una válvula de flotador cierre lentamente para no provocar golpes de ariete, y otra válvula de alivio abra más rápidamente para evitar que la presión siga subiendo.

Vemos ahora que las válvulas hidráulicas pueden actuar también como válvulas de retención. Efectivamente, en la figura anterior hemos colocado en el circuito de control una válvula de retención 5, cuyo funcionamiento es como sigue:

En el momento que el flujo se detenga, por parada de la bomba que estaba impulsando, o bien por cierre de alguna válvula en la línea, las presiones de aguas arriba y aguas abajo de la válvula se igualen en este momento el muelle intenta cerrar la válvula, el aire penetra por la válvula de retención 5 y la válvula cierra impidiendo el paso de agua en el sentido inverso.

Otra posible aplicación sería conseguir que la válvula tenga un grado de apertura determinado, para lo cual vemos el esquema siguiente:

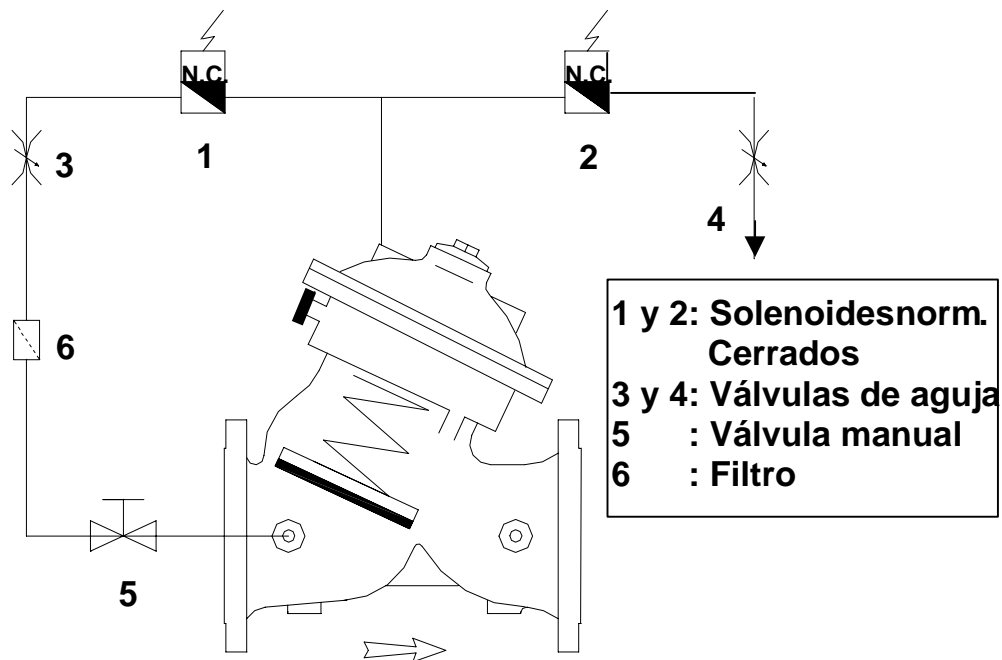


Fig.6 Electroválvula con control de posicionamiento.

Mediante este montaje la válvula hidráulica se comporta igual que una válvula motorizada, ya que si activamos el solenoide 1 durante un cierto tiempo y luego lo desactivamos penetrará una cierta cantidad de agua en la cámara, y esto supondrá un cierto grado de apertura. Para cerrar haremos lo mismo pero accionando el solenoide 2. La válvula de aguja 3 controla la velocidad de cierre y la 4 la velocidad de apertura.

Este tipo de válvula con control de posicionamiento puede ser manejada manualmente por control remoto o bien controlada localmente por un PLC que recibe información de uno o varios parámetros y posiciona la válvula en función de estos datos.

Como resumen diremos que estas operaciones de apertura y cierre, las válvulas hidráulicas pueden ser:

- De apertura y cierre manual
- De apertura y cierre eléctrico
- Con control de la velocidad de apertura con control de la velocidad de cierre, o ambos a la vez.
- De retención.
- Control de posicionamiento
- De apertura en 2 etapas que explicaremos más adelante.

5.- VÁLVULA DE CONTROL DE CÁMARA SIMPLE

5.1.- Funcionamiento del piloto de 2 vías

Consideremos una válvula como la de la figura, donde hemos conectado la cámara superior con aguas arriba y aguas abajo con sendas válvulas de aguja 1 y 2.

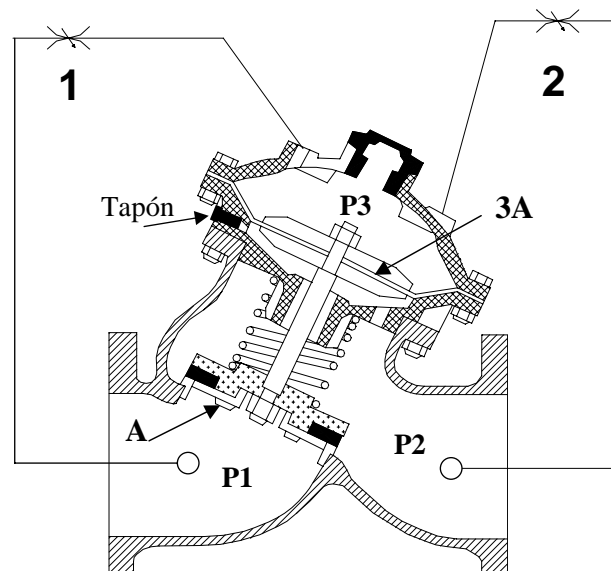


Fig.7

Para que la válvula esté en una situación de equilibrio y suponiendo que la fuerza del resorte es despreciable, tenemos:

$$P1 \times A - P2 \times A + P2 \times 3A = P3 \times 3A$$

Eliminando A de ambos términos resulta:

$$P3 = \frac{P1 + 2 \cdot P2}{3}$$

Siendo: $P1 > P3 > P2$, dado que la válvula de aguja 1 produce una pérdida de carga igual a $P1 - P3$ y la válvula de aguja 2 produce una pérdida de carga igual a $P3 - P2$.

Si partiendo del equilibrio cerramos un poco la válvula de aguja 2, el caudal que circula por el circuito de control disminuye y por tanto, la pérdida de carga que se produce en la válvula de aguja 1 también disminuye, y como consecuencia de esto la cámara alcanza una presión $P3' > P3$, el equilibrio se rompe y la válvula cierra un poco hasta recuperarse un nuevo equilibrio.

Si en vez de cerrar abrimos un poco la válvula de aguja 2, el caudal del circuito aumenta produciéndose una mayor pérdida de carga en la válvula de aguja 1 y por tanto, la cámara alcanza una presión $P3'' < P3$, el equilibrio se rompe y la válvula abre un poco hasta que se equilibra de nuevo.

Si la válvula de aguja 2 en vez de manual es automática, moviéndose en función de un información que recibe, abrirá o cerrará según interese, hasta alcanzar la situación de equilibrio deseada. De esta manera, habremos logrado disponer de una válvula de control hidráulica y autónoma.

Sólo $P3'$ (presión que desequilibra el balance de fuerzas) puede ser distinta de $P3$ (presión en situación de equilibrio) cuando la válvula está totalmente abierta o totalmente cerrada.

5.2.- Aplicaciones de las válvulas de control con piloto de 2 vías

Veremos a continuación las aplicaciones más importantes, explicando en cada caso la acción del piloto sobre el circuito hidráulico de la válvula

1) Válvula reguladora o reductora de presión

Esta válvula reduce la presión de aguas arriba a una más baja y constante aguas abajo independientemente de los cambios de presión y/o de caudal que pueden producirse en la conducción donde se instale.

Esto se consigue con la instalación en la válvula, de un piloto regulador de presión que es un dispositivo consistente en una válvula de aguja automática accionado por un diafragma que soporta por un parte superior un resorte perfectamente tarable, y por su parte inferior una cámara estanca, llamada sensor, conectado con "aguas abajo" de la válvula.

Su funcionamiento es como sigue: el piloto en la situación de equilibrio tiene un orificio de paso determinado. Si la presión de aguas abajo sube, se rompe el equilibrio resorte-presión aguas abajo, el diafragma se mueve accionando la válvula de aguja que estrangula el paso, aumentando la presión en la cámara de control de la válvula y ésta cierra hasta alcanzar de nuevo la posición de equilibrio. Si la presión de aguas abajo baja, el piloto hace lo contrario, abre el paso y la válvula abre hasta alcanzar nuevamente el equilibrio.

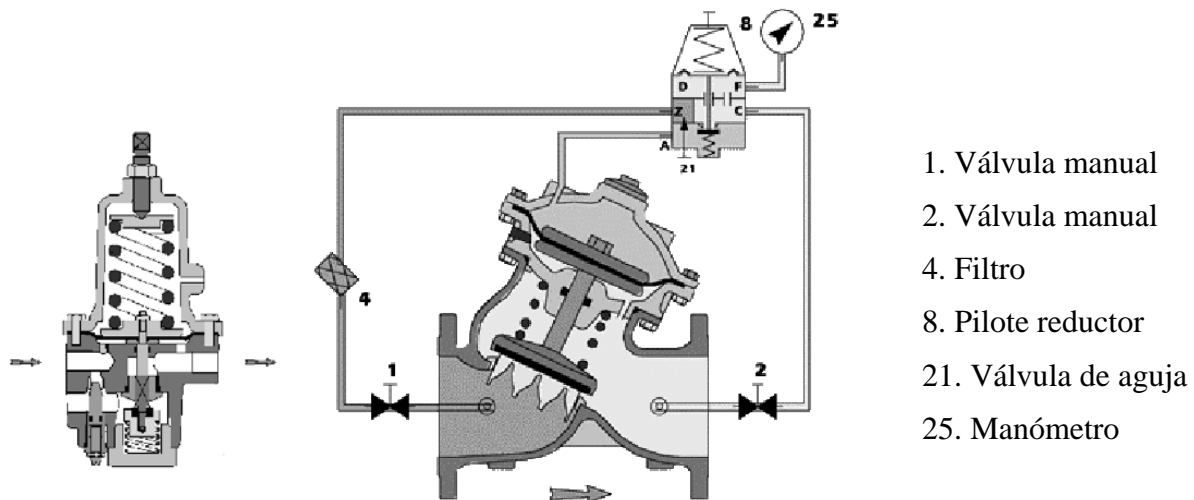


Fig. 8 Piloto regulador y válvula reguladora

El dimensionado de estas válvulas debe hacerse teniendo en cuenta, no sólo el caudal que debe manejar, sino también la reducción de presión que necesitamos. El caudal debe ser tal que produzca una velocidad de 2 a 5 m/seg. en una sección igual a la nominal de la válvula, y la reducción será tal que la relación Presión entrada/Presión salida esté entre 1/4 y 2, dependiendo del tamaño de la válvula. A mayor tamaño menor ratio de reducción.

De cualquier forma, una vez dimensionada la válvula habrá que comprobar, en las gráficas de cavitación del fabricante, si la válvula trabaja en una zona óptima o si hay riesgo de cavitación, en cuyo caso la vida útil de la misma disminuiría.

2) Válvula sostenedora de presión

Esta válvula mantiene una presión constante y preestablecida aguas arriba, independientemente de los cambios de presión y/o caudal que puedan producirse en la conducción donde se instale.

Hay otros nombres para las válvulas sostenedoras de presión, y esto puede causar confusión. Estas válvulas son también llamadas válvulas mantenedoras de presión aguas arriba, de alivio o de seguridad, etc., todas son iguales pero su uso tiene matices diferentes.

Las válvulas de alivio o seguridad se montan en una te y descargan el exceso de presión a la atmósfera, protegiendo a las tuberías.

Las válvulas sostenedoras o mantenedoras se montan directamente en la tubería de impulsión (aguas abajo de las bombas) o a la entrada de depósito. Abren sólo después que la presión sube por encima del punto regulado, y cierran cuando la presión desciende por debajo del mismo. Cuando se instalan a la salida de bombas hacen que estas trabajen en un punto determinado de su curva característica.

Las válvulas reguladoras de presión aguas arriba se usan generalmente en interconexiones entre dos sistemas y evitan transferir agua de uno a otro cuando la presión cae por debajo del punto regulado.

El piloto sostenedor es esencialmente igual que el regulador, sólo que el sensor está conectado con aguas arriba de la válvula, y la válvula de aguja automática hace lo contrario que en el caso anterior, es decir, si la presión baja del punto regulado el piloto estrangula el paso, y si a presión sube por encima del punto regulado aumenta la sección de paso.

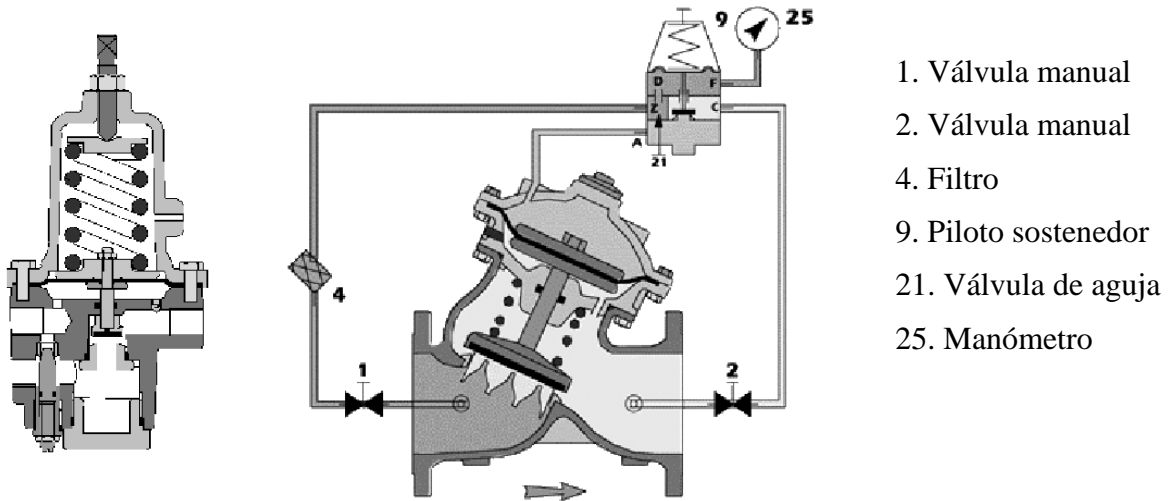


Fig. 9 Piloto sostenedor y válvula sostenedora

3) Válvula limitadora de caudal

Su función es impedir que el caudal sobrepase al prefijado, independientemente de que varíe la presión y/o demanda del sistema.

El piloto limitador de caudal es similar al piloto reductor de presión, sólo que esta vez está conectado a un tubo de Pitot o un orificio calibrado como puede verse en la figura siguiente.

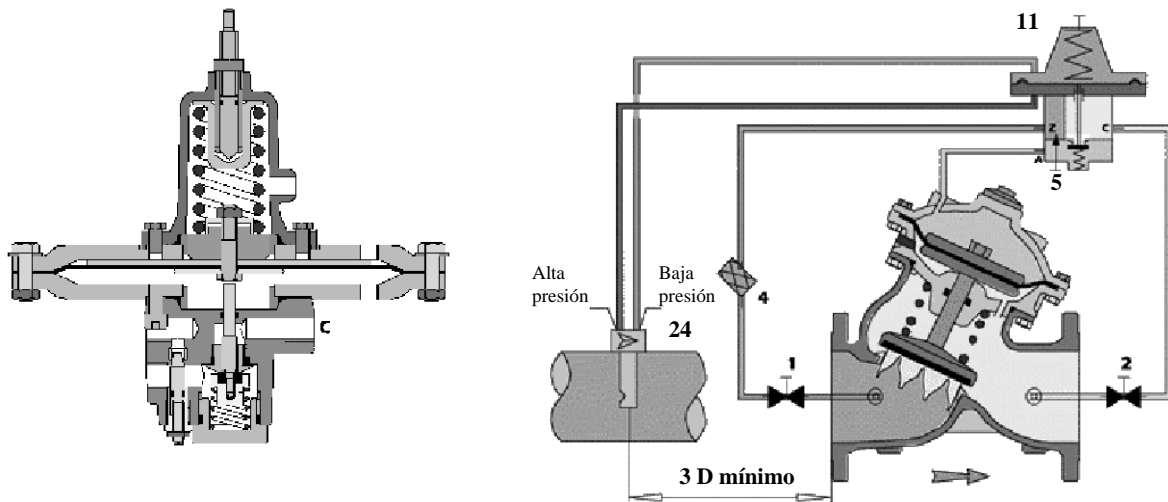


Fig. 10 Piloto limitador y válvula limitadora

En la ilustración :

- | | |
|----------------------|--|
| 1. Válvula manual | 2. Válvula manual |
| 4. Filtro | 5. Válvula de aguja |
| 11. Piloto limitador | 24. Tubo de pitot (medición de caudal) |

En este piloto tenemos agua por los dos lados del diafragma y la parte superior está apoyada por un resorte perfectamente regulable.

Si la velocidad del fluido sube se produciría una mayor diferencia de presiones en el tubo de Pitot que es transmitida a los lados del diafragma, el piloto cierra y por tanto, también la válvula. Si la velocidad del fluido disminuye ocurre lo contrario y la válvula abre.

4) Válvula de altitud

Es una válvula para control de nivel en depósitos elevados sin necesidad de flotadores o sondas. La válvula cierra cuando el agua alcanza un nivel determinado en el depósito y abre cuando el agua desciende por debajo de ese nivel.

El piloto de altitud es similar al piloto limitador de caudal sólo que en este caso, el sensor está conectado a un tubo que mide la altura del líquido en el depósito.

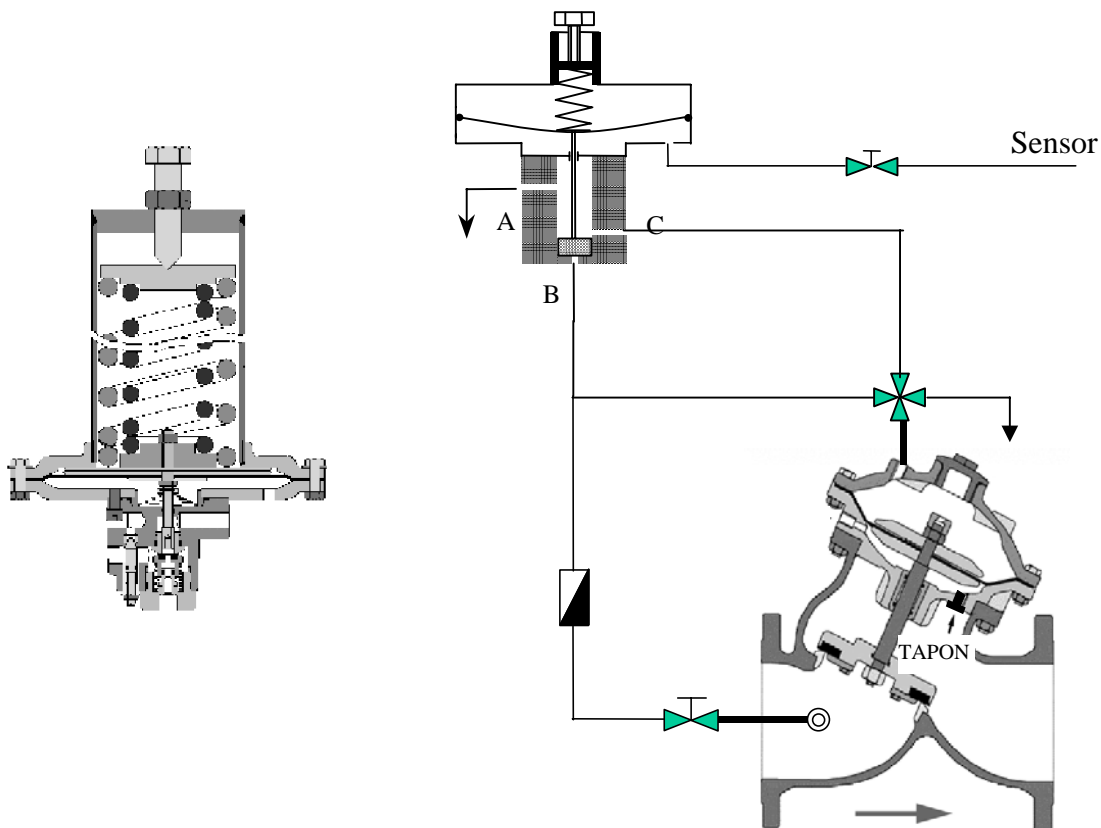


Fig. 11 Piloto de altitud y válvula de altitud.

5) Válvula de flotador

Se utilizan para llenado y mantenimiento de niveles en depósitos. El piloto flotador de 2 vías es una válvula de aguja accionada por una boya.

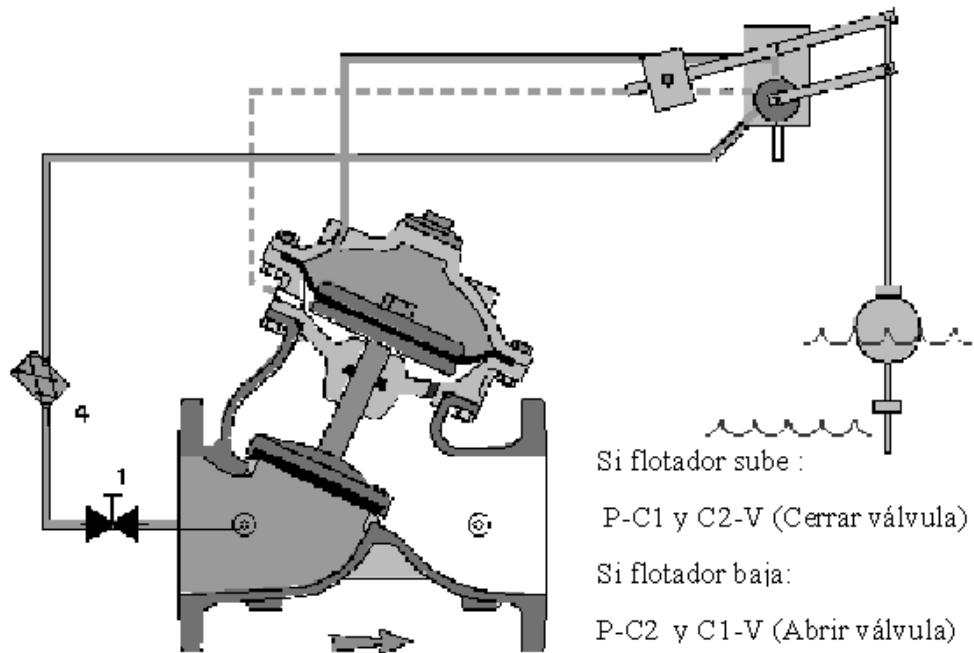


Fig. .12 Válvula de flotador.

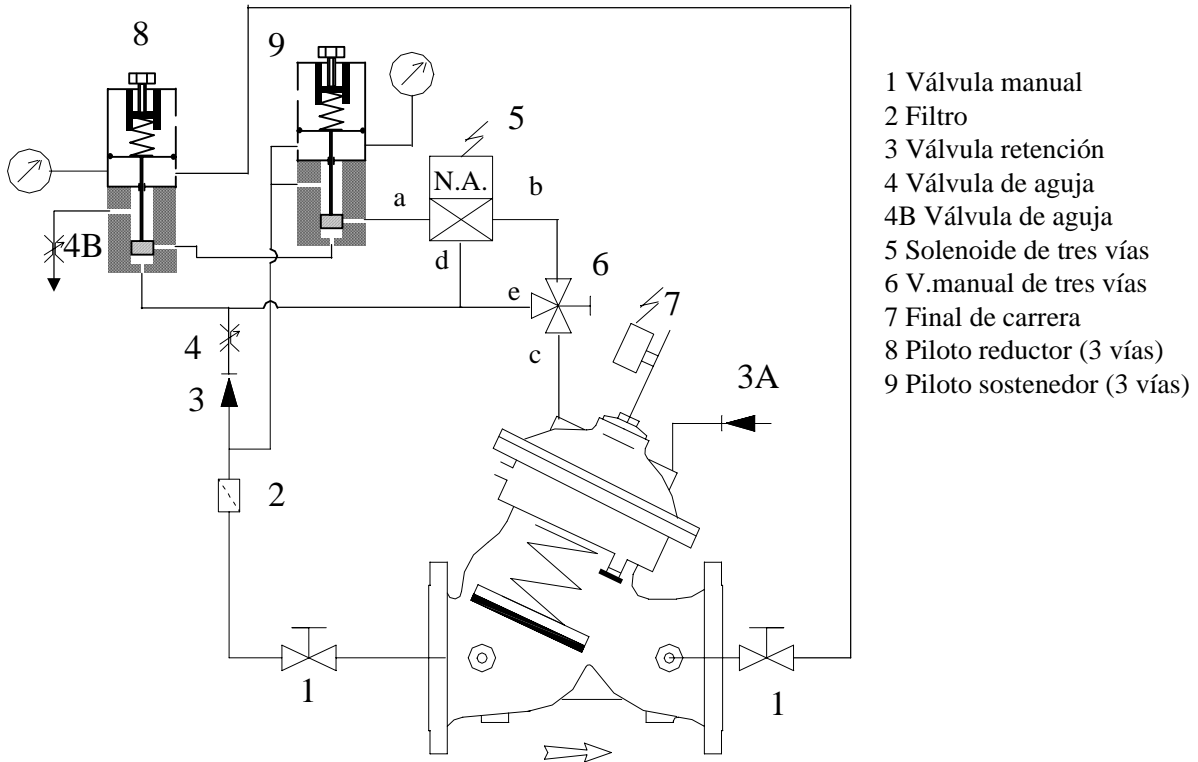
6) Válvulas multifuncionales

Los pilotos de 2 vías se pueden colocar en serie y obtenerse válvulas multifuncionales, en estas también se pueden emplear pilotos de 3 vías como podemos ver en los ejemplos siguientes.

El primero de ellos representa una válvula reductora-sostenedora, que además es capaz de actuar como válvula de retención gracias al antirretorno 3 A y en la que es posible regular la velocidad de actuación a través de las válvulas de aguja 4 y 4B.

Asimismo, es posible, a distancia, gracias a la electroválvula 5, activar el automatismo o efectuar un cierre de la válvula.

La señal procedente del final de carrera proporciona información sobre el estado de la válvula.



- 1 Válvula manual
- 2 Filtro
- 3 Válvula retención
- 4 Válvula de aguja
- 4B Válvula de aguja
- 5 Solenoide de tres vías
- 6 V.manual de tres vías
- 7 Final de carrera
- 8 Piloto reductor (3 vías)
- 9 Piloto sostenedor (3 vías)

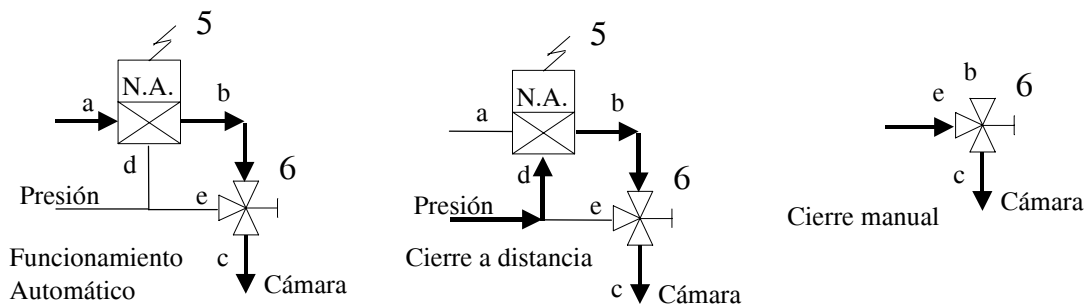


Fig. .13 Válvula reductora de presión, sostenedora, de retención,
con velocidad controlada y mando eléctrico.

En la figura siguiente vemos una válvula de flotador para control de nivel de depósito en la que existe además la posibilidad de controlar el caudal de entrada mediante un limitador de flujo 85 (recibe la señal de un tubo de Pitot colocado en la conducción) y de limitar la presión aguas arriba de la válvula durante el cierre de esta, a través de un regulador de presión 18D.

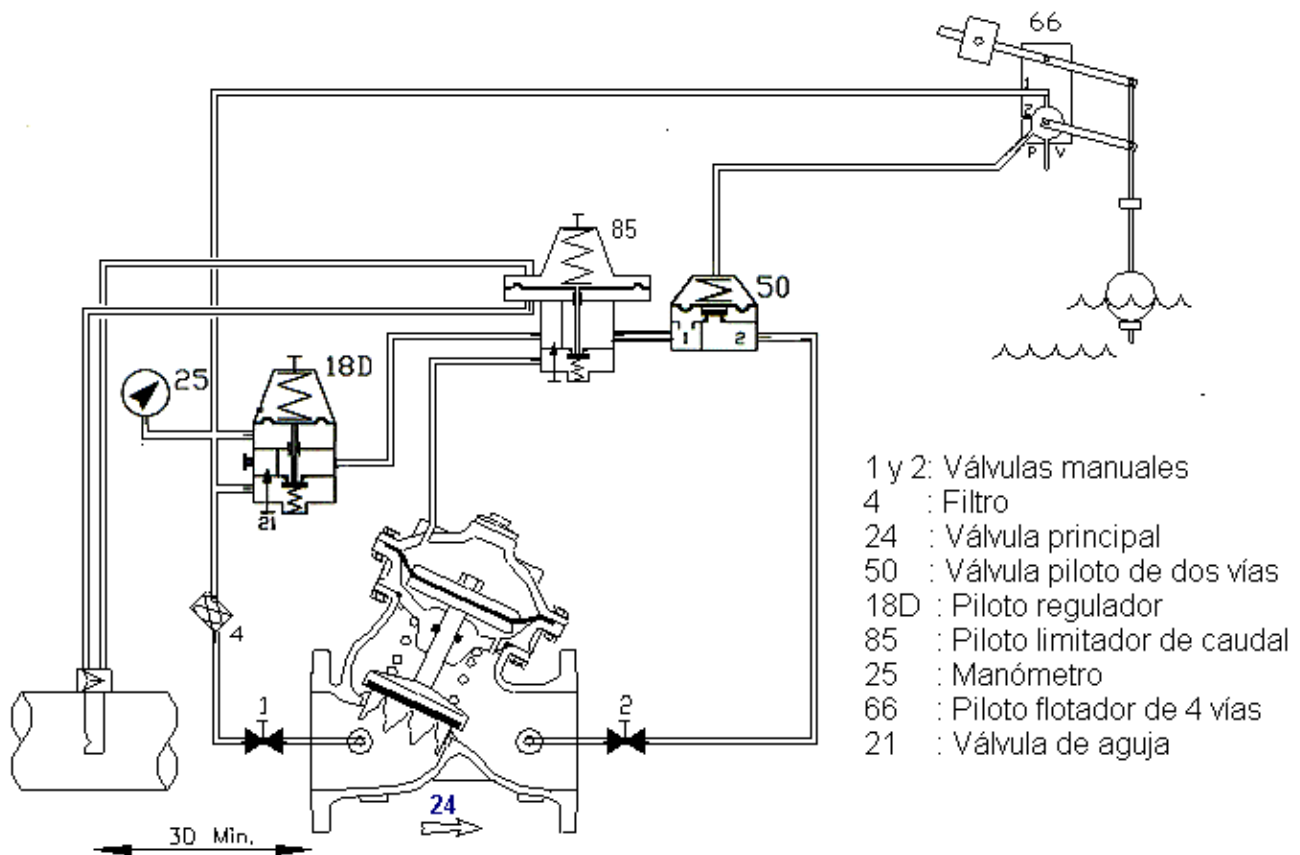


Fig. .14 Válvula limitadora de caudal, de flotador de dos niveles y control de sobrepresiones.

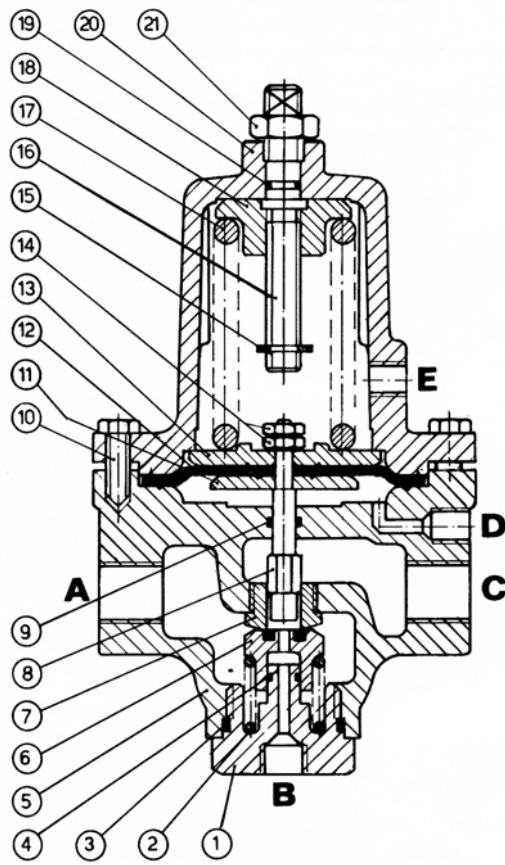
Hay un número muy elevado de combinaciones posibles y también hay varios circuitos posibles para una misma válvula multifuncional, por tanto, lo ideal es definir las funciones que se requieren y que los expertos diseñen el circuito apropiado con los pilotos necesarios.

6.- VÁLVULAS DE CONTROL DE CÁMARA DOBLE, EL PILOTO DE TRES VÍAS

Las válvulas de cámara doble no pueden ser mandadas por pilotos de 2 vías, hay que utilizar pilotos de 3 vías.

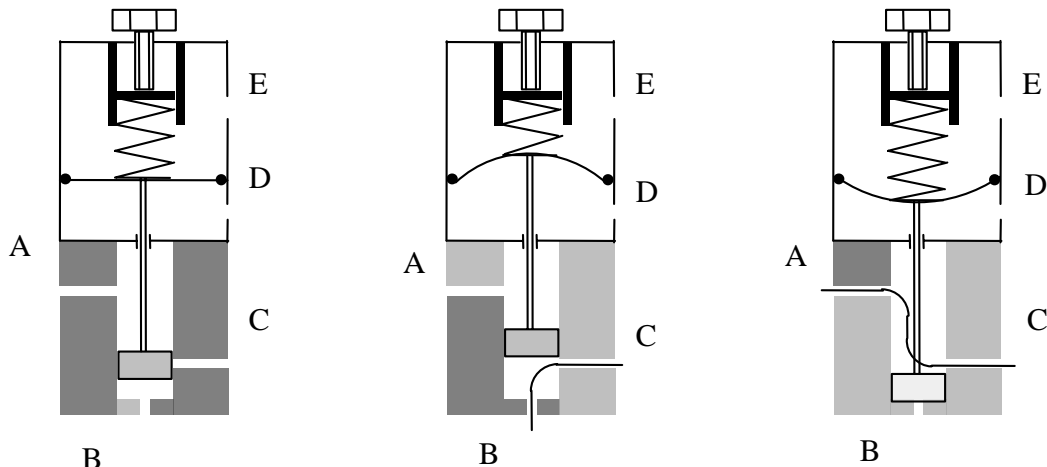
Este piloto puede actuar sobre válvulas de cámara simple o de cámara doble y puede realizar las mismas funciones que ya hemos visto para los pilotos de 2 vías, es decir, reguladores de presión, sostenedoras, de altitud, flotador, limitadores, etc.

El piloto de tres vías es una unidad activada por diafragma, que conecta un camino con cualquiera de otros dos, dependiendo de la situación que se encuentre el diafragma. En la posición de equilibrio no hay comunicación entre las 3 vías.



- 1. Tapón
- 2. Muelle
- 3. Junta tórica
- 4. Junta tórica
- 5. Cuerpo
- 6. Inmersor
- 7. Asiento
- 8. Eje
- 9. Junta tórica
- 10. Tornillo
- 11. Diafragma
- 12. Botón del diafragma
- 13. Botón del muelle
- 14. Tuerca del aja
- 15. Arandela
- 16. Tornillo de regulación
- 17. Muelle de regulación
- 18. Guía del muelle

- 19. Junta tórica
- 20. Alojamiento del muelle
- 21. Tuerca de fijación



	<u>Reductor</u>	<u>Sostenedor</u>
A	Drenaje	Presión
B	Presión	Drenaje
C		Cámara
D		Sensor
E		Drenaje

Fig. 15 Piloto de tres vías.

Como ejemplo vamos a estudiar el funcionamiento de la válvula sostenedora. Las conexiones están indicadas en la figura. El drenaje se efectua a la atmósfera. En este caso, si la presión aguas arriba aumenta, se conecta C con el B y la válvula se abre.

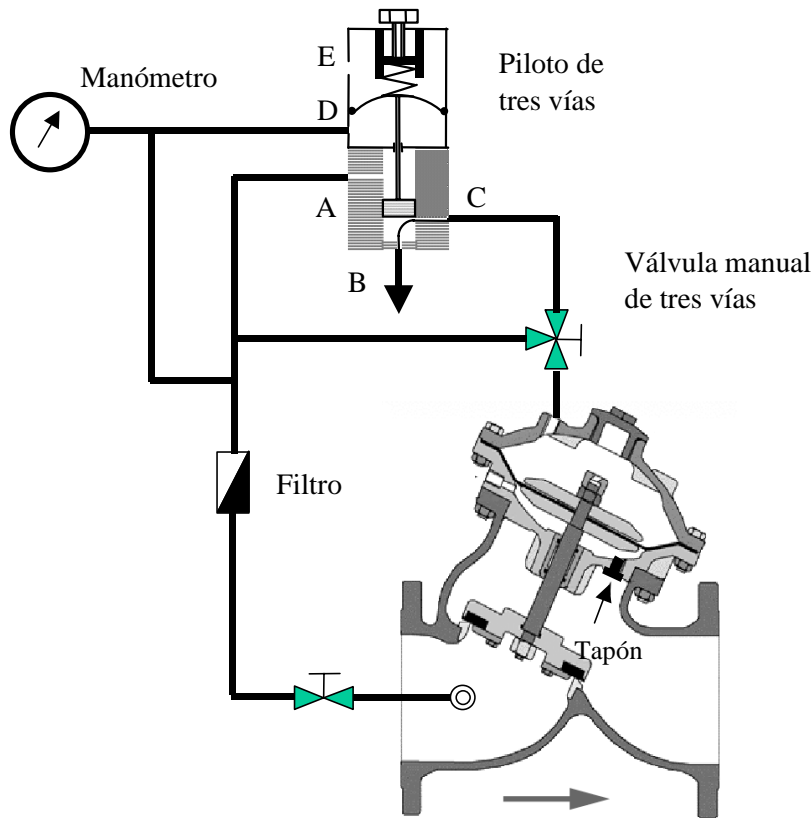


Fig.16 Válvula sostenedora con piloto de tres vías.

Para convertir esta válvula en reguladora de presión con el mismo piloto deberíamos realizar las siguientes conexiones:

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| D: aguas abajo de la válvula. | C: a la cámara de la válvula. |
| A: libre a la atmósfera. | B: aguas arriba de la válvula. |

7.- VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS PILOTOS DE 2 Y 3 VÍAS.

1) Los pilotos de control de 2 vías requieren una circulación constante del fluido de control, por lo tanto, es sumamente importante filtrar bien el fluido del circuito de mando, ya que la válvula de aguja es susceptible de atascos.

Con el piloto tres vías no hay circulación continua de agua, y por consiguiente, es menor el riesgo de atasco.

2) El muelle de una válvula controlada por un piloto 2 vías produce una pérdida de carga adicional.

En una válvula controlada por un piloto 3 vías no se requiere muelle, y tendrá, por tanto, una ventaja definitiva cuando sea importante la pérdida de carga.

3) Los pilotos de 2 vías se pueden situar en serie, y por tanto, hacer una válvula multifuncional.

En caso de pilotos de 3 vías no es tan flexible el situar varias opciones en una válvula, el circuito es más complejo.

8.- ACCESORIOS DE INTERÉS

Describiremos a continuación algunos de los accesorios más interesantes, como son:

* Cierre en forma de uves invertidas

Consiste en una pieza con aberturas en forma de uves invertidas que se montan debajo del disco de cierre de algunos modelos de válvulas.

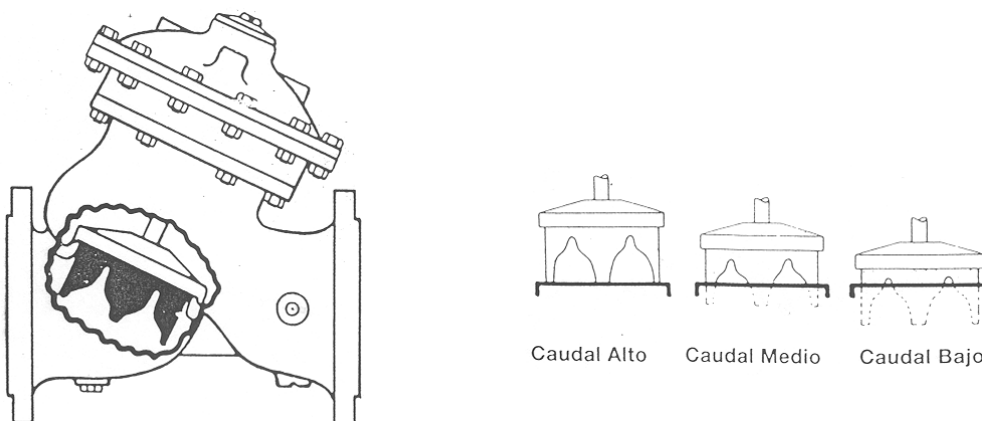


Fig. 17 Cierre en forma de uves.

Este dispositivo cambia la relación grado de apertura/caudal, y hace que la válvula tenga una mayor abertura para un mismo caudal, variando, por tanto, la ley de cierre de la misma.

Las válvulas equipadas con este cierre tienen una respuesta más precisa, reduce los ruidos y vibración, permite un rango de flujos muy amplio con reducciones de presión relativamente elevadas. En muchos casos ahorra la instalación de una válvula de menor tamaño en paralelo que se requeriría para caudales muy pequeños.

Su uso es muy recomendable en válvulas reductoras de presión con altas reducciones de presión y/o bajos caudales, también en válvulas de que descargan a la atmósfera, como las de alivio y las de control de bomba para sondeos, y en aplicaciones de mantenimiento de niveles en depósitos con flotadores modulantes.

Las válvulas equipadas con este dispositivo tienen una mayor pérdida de carga, por tanto, no son recomendable en aquellas aplicaciones donde se requiera una mínima pérdida de presión.

* Indicador de posición

Consiste en un vástago solidario con el accionados de la válvula y situado en la parte superior de la misma. Instalado sólo, sirve para saber a simple vista si la válvula está abierta o cerrada, e instalado en combinación con microinterruptores sirve para transmitir a los sistemas de telecontrol la posición de la misma.

* Cierre mecánico

Consiste en un dispositivo que se instala en el tapón central de la cámara de control y permite el

cierre manual de la válvula, o bien limitar el grado de apertura de la misma.

* Filtro de protección del circuito de control

El agua que circula por los pilotos y por la cámara de control, es imprescindible que vaya filtrada a fin de que no se atasquen los elementos del circuito de control. Generalmente, el filtro standard que incluyen todos los modelos es suficiente para aguas limpias, no obstante sobredimensionarlo es ventajoso, ya que además de proporcionar una mayor seguridad se pueden espaciar más en el tiempo las operaciones de mantenimiento.

9.- OTRAS APLICACIONES

Además de las funciones ya descritas, reguladora de presión, sostenedora de presión, limitadora de caudal, etc., existen otras aplicaciones que si bien utilizan los pilotos anteriormente descritos, su aplicación es bien distinta de las ya expuestas. Algunas de las más interesantes se describen a continuación:

1) Reductora proporcional

Es una válvula de doble cámara, sin piloto y la presión de salida es el resultado de dividir la presión de entrada por un ratio fijo, que denominamos “r”:

$$P_s = \frac{P_e}{r}$$

Llamando s a la superficie del asiento de la válvula, y S a la del diafragma, siempre se verifica que:

$$P_e \cdot s = P_s \cdot s + P_s \cdot S$$

con lo que:

$$r = \frac{s + S}{s}$$

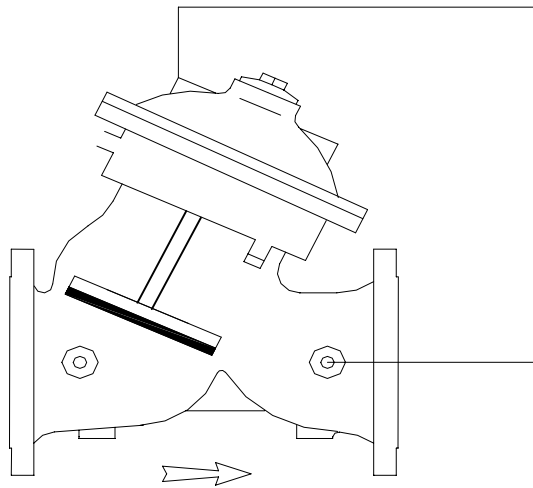


Fig. 18 Reductora proporcional.

El ratio de reducción depende del diámetro de la válvula y es función de la diferencia de superficies entre el diafragma y el cierre.

2) Apertura en 2 etapas

Se utiliza para esta aplicación un piloto sostenedor de 2 vías, y el funcionamiento es como sigue: al ordenarse la apertura de la válvula principal (mediante la apertura de la válvula 2), esta abre parcialmente hasta una posición determinada, que depende del estado de las válvulas de aguja 3 y 4. Una vez que la presión aguas abajo sube por encima de un punto determinado (tarado de la válvula piloto sostenedora), la válvula abre completamente. Su utilización fundamental es para el llenado automático de tuberías que se vacían

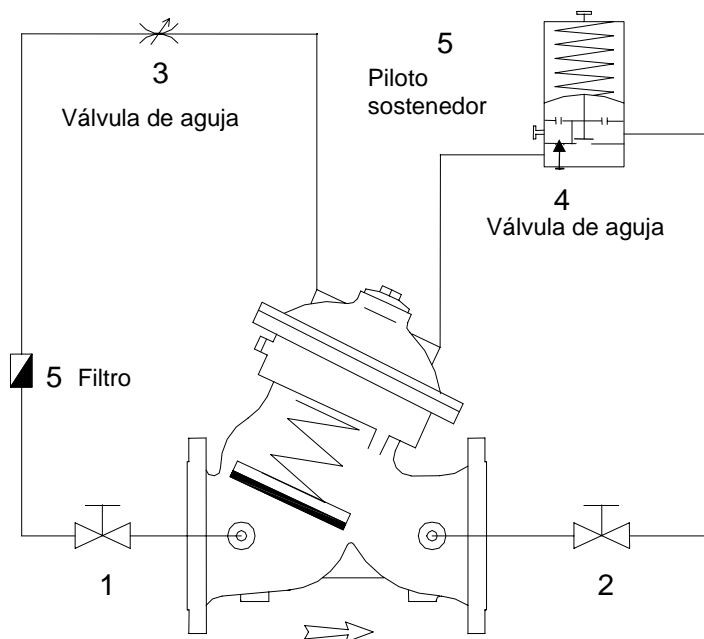


Fig. 19 Válvula de apertura en dos etapas.

3) Válvula de control de bomba

Es una combinación de electroválvula y válvula de retención, se utiliza a la salida de bombas y evita las oscilaciones de presión que se producen durante el arranque y parada de las mismas.

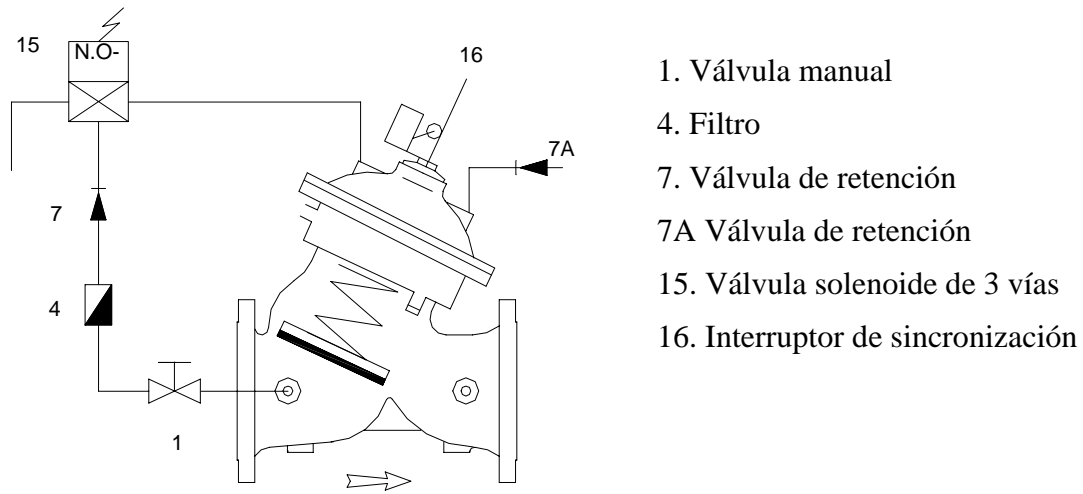


Fig. 20 Válvula de control de bomba.

En el arranque de la bomba, la válvula abre lentamente, la orden de parada de la válvula provoca la secuencia siguiente:

1) La válvula cierra lentamente

2) En la posición preestablecida, el cierre del microinterruptor (16) provoca el paro del grupo de bombeo. En caso de fallo de corriente, la válvula actúa como válvula de retención.

(24 VAC)

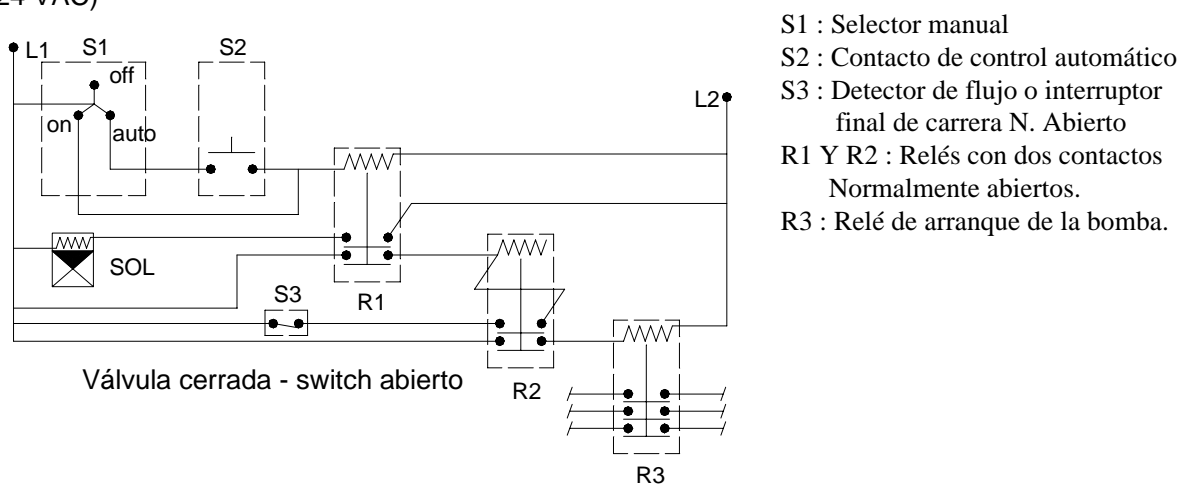


Fig. 21 Esquema eléctrico de conexión entre la válvula y el cuadro de maniobra de la bomba.

4) Válvula antiarriete (anticipadora de onda)

Es una válvula dotada de un piloto reductor y un piloto sostenedor que se utiliza para evitar las sobrepresiones que se producen en las paradas bruscas de los grupos de bombes en impulsiones. Se instala en derivación a la salida de las bombas y su funcionamiento es como sigue:

Ante una parada brusca de un grupo de bombeo lo primero que se produce es una depresión y si no se evita inmediatamente después una sobrepresión.

La válvula está dotada de 2 pilotos. El primero de ellos (piloto reductor de baja presión) está tarado por debajo de la presión estática y tiene como misión abrir la válvula cuando la presión cae por debajo de este punto. En este caso la cámara de la válvula principal se vacía a través del piloto mediante las conducciones 4 y 5. Si la presión se recupera por encima del valor de tarado, esta válvula piloto cierra, procediéndose al llenado de la cámara principal a través del conducto 2. El caudal de llenado está controlado por la válvula de aguja del piloto de alta. Con ello se consigue regular la velocidad de cierre de la válvula.

De esta manera, la válvula principal abre antes de que llegue la onda de sobrepresión, actuando a modo de válvula de alivio pero con la ventaja de no abrir como consecuencia del incremento de esta, sino antes de que ocurra el fenómeno.

El segundo piloto, tarado por encima de la presión dinámica, tiene como misión abrir la válvula en el caso de que la presión suba de la presión de tarado. En este caso la cámara de la válvula principal descargará a través de las conducciones 2 y 3.

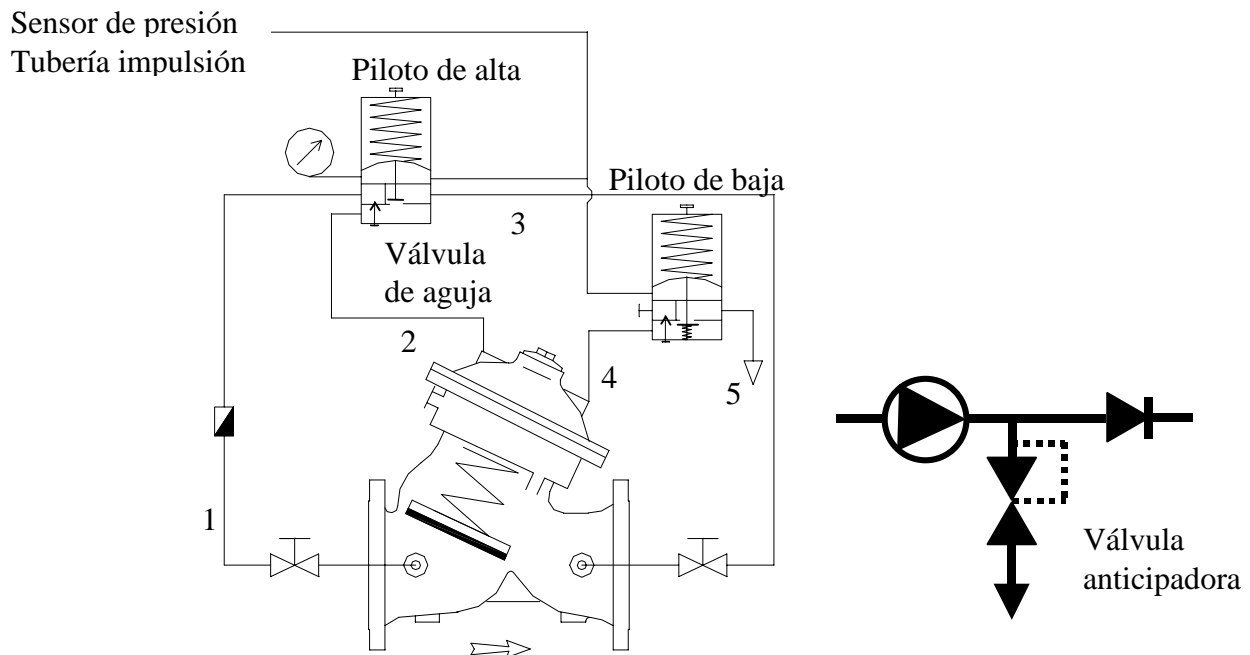


Fig. 13.22. Válvula antiarriete (anticipadora de onda).

En la siguiente figura puede observarse el efecto de la citada válvula frente a una parada de un grupo de bombeo. Como se aprecia en la figura, la depresión original es más acusada como consecuencia de la apertura de la válvula antes de que se produzca la sobrepresión. No obstante, la sobrepresión consiguiente se ve claramente limitada.

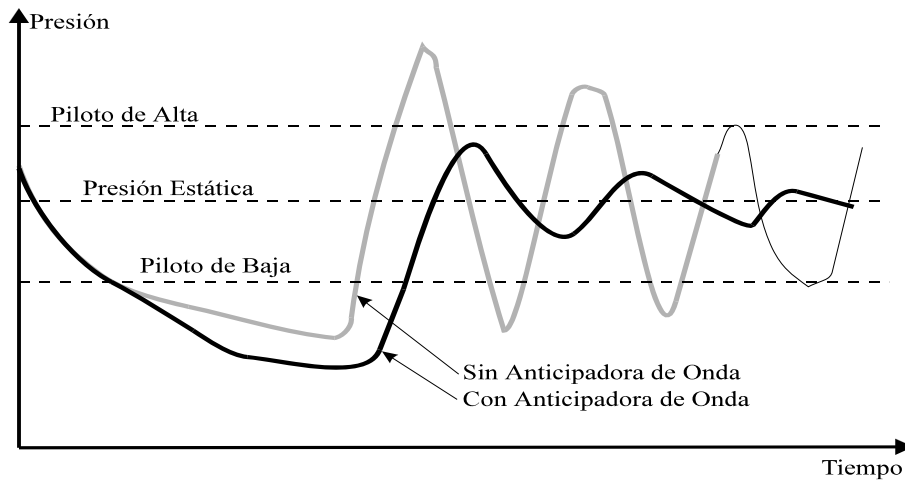


Fig. 23. Gráfica presión-tiempo frente a una parada de bomba

5) Válvula antirrotura (antiinundaciones)

Es una válvula provista de un piloto limitador de caudal colocado de manera que si se rebasa el límite de caudal fijado en el piloto, este ordena cierre y bloqueo de la válvula.

También se puede utilizar para esta función un piloto regulador de presión, de manera que vigile la presión aguas abajo de la válvula y si detecta que cae por debajo del punto prefijado ordene cierre y bloqueo de la válvula.

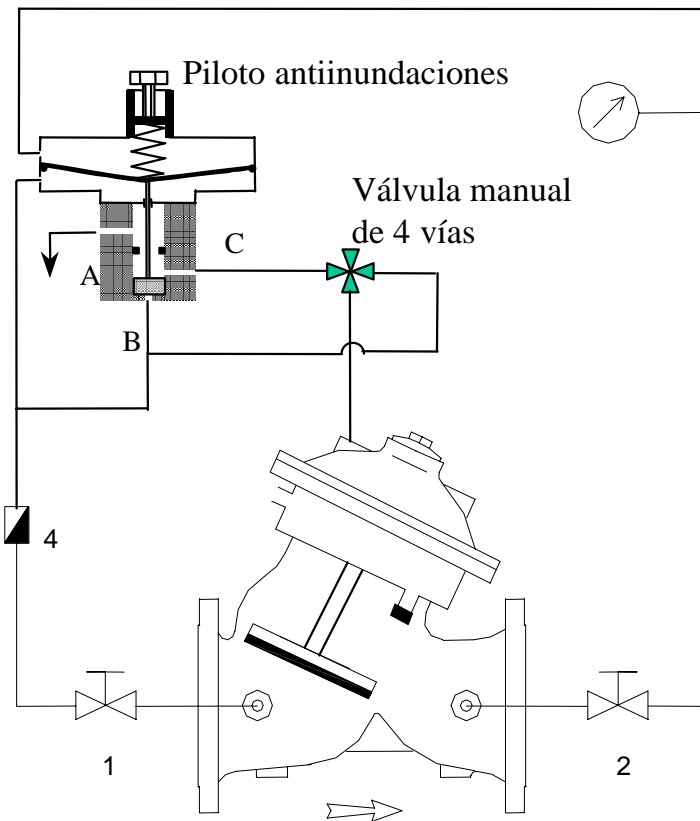


Fig. 24 Válvula antiinundaciones.

A modo de recordatorio y para dar una visión de conjunto, a continuación damos una lista de las funciones/aplicaciones más utilizadas.

- * Válvula básica (apertura y cierre)
- * Eléctrica con solenoide para control remoto.
- * Reductora de presión
- * Mantenedora de presión o seguridad (Alivio)
- * Para control de bombeo
- * Control por medio de flotador
- * De retención
- * Limitadora de caudal
- * Válvula de altitud
- * Antirrotura (antiinundaciones)
- * Mantenedora de presión diferencial constante
- * Antiariete
- * Apertura en dos etapas
- * Control remoto hidráulico
- * Control de velocidad de cierre
- * Control de velocidad de apertura
- * Control de velocidad de apertura y cierre
- * Dos pilotos (dos niveles de presión, de caudal, etc).
- * Flujo en las dos direcciones

10.- VÁLVULAS VOLUMÉTRICAS

Consiste en el acoplamiento de una válvula hidráulica y un contador Woltman. En el contador se selecciona manualmente la cantidad de agua que se desea aplicar y la válvula se cierra automáticamente cuando ha pasado el volumen indicado.

La válvula volumétrica lleva una válvula de 3 vías que va conectada de la manera siguiente: una a presión aguas arriba, otras a la cámara y otra a la atmósfera. En el interior de esta válvula de 3 vías hay un eje con un rebaje que es el que se encarga de comunicar los 3 caminos dos a dos (presión cámara o cámara y atmósfera).

Como muestra esquemáticamente, la figura siguiente, el eje de la válvula de 3 vías, empujado por un muelle, apoya contra un disco que gira accionado por el engranaje del contador.

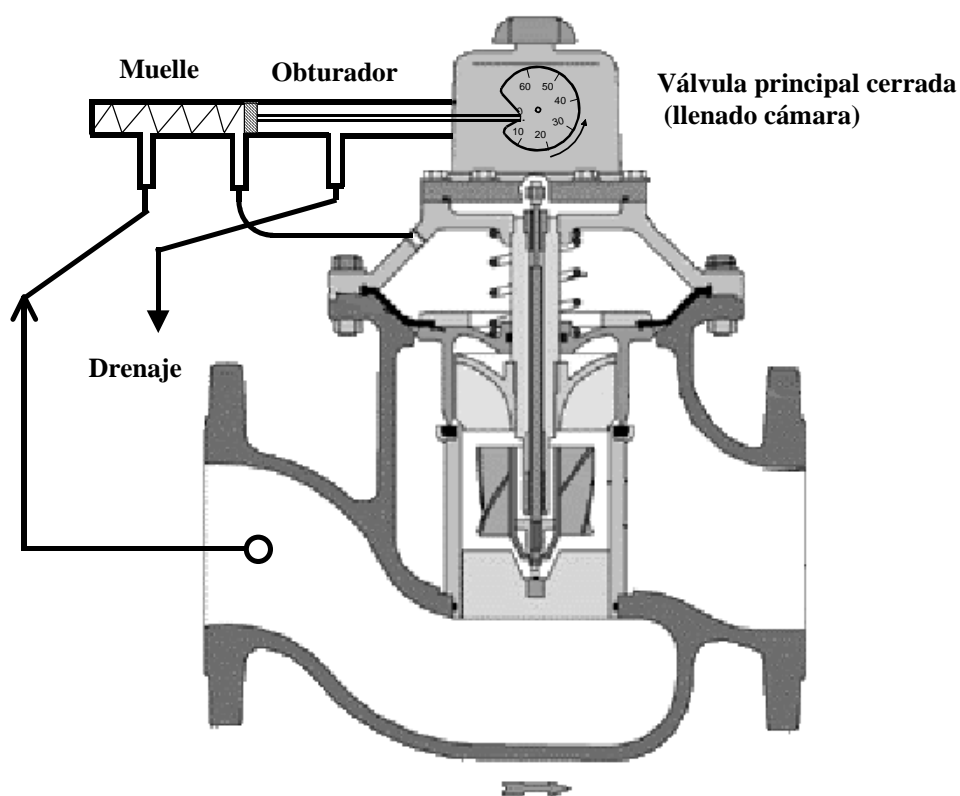


Fig. 25 Válvula volumétrica.

Para empezar a regar, el disco se gira manualmente en sentido contrario al del movimiento provocado por el paso de agua, hasta señalar en el dial el volumen deseado. En esta posición el eje de la válvula de 3 vías conecta la cámara con la atmósfera y la válvula permanece abierta. A medida que el riego avanza el disco gira hasta llegar a la señal de 0 m³. donde hay una muesca y el eje de la válvula de 3 vías entra en la misma. En esta posición se conecta la presión aguas abajo con la cámara y la válvula se cierra terminando, por tanto, el riego.

Es importante conocer la capacidad máxima de una válvula volumétrica, es decir, el volumen de agua que puede dejar pasar antes de cortar el riego.

Para cada tipo de válvula, definido por su diámetro, los fabricantes ofrecen varias opciones en cuanto a capacidad del dial, se debe elegir el dial de capacidad inmediata superior al que necesitamos y no elegirlo mucho mayor, ya que en este caso los errores en la dosificación serán también mayores.

Las posibilidades de utilización de la válvula volumétrica son muy variadas, ya que como no es más que la asociación de una válvula hidráulica y un contador, es aplicable a esta todos los pilotos de los que hablamos para las válvulas hidráulicas, pudiendo realizar además de las funciones propias de una válvula volumétrica, todas las operaciones de las válvulas hidráulicas, como electroválvula, reguladora de presión, limitadora de caudal, etc.

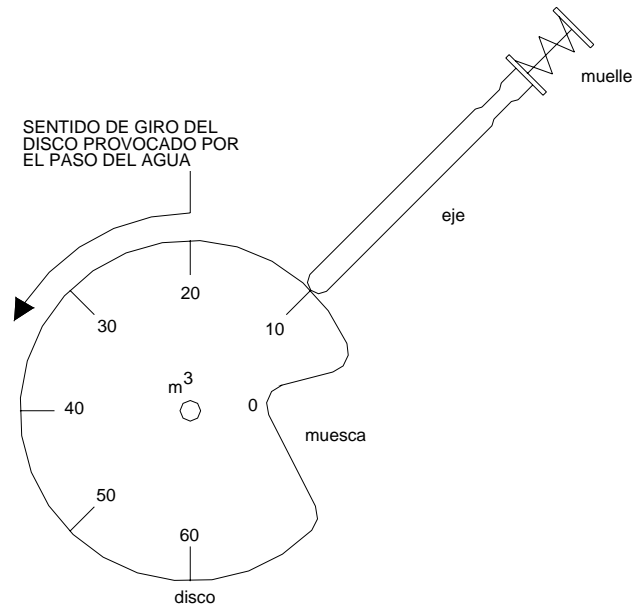
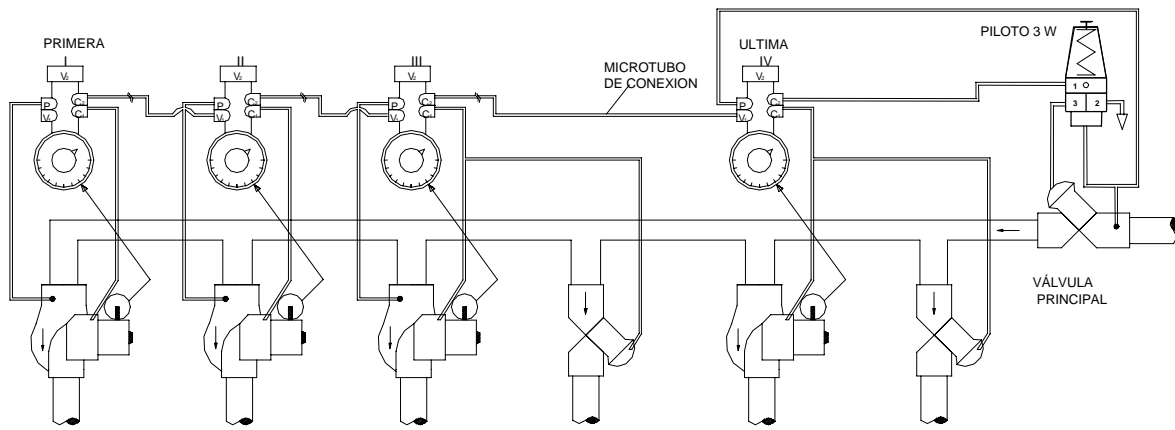


Fig. 26 Mecanismo de una válvula volumétrica.

Una importante aplicación de la válvula volumétrica es su utilización como toma de parcela en riego comunitario. Para esta aplicación se utiliza una válvula volumétrica que lleva un piloto regulador de presión y otro piloto regulador de caudal, de manera que realiza las siguientes funciones:

- Contador para facturación del agua consumida
- Apertura y cierre del agua a parcela
- Regular presiones de manera que la presión de servicio a esa parcela sea constante.
- Limitar el caudal de manera que el máximo caudal consumido por cada propietario sea el asignado.
- Cuando hay un equipo de control, la válvula suele también ir equipada con un emisor de pulsos y un solenoide para su accionamiento.

Otra importante aplicación de la válvula volumétrica es su posibilidad de conectar varias secuencialmente, de manera que cuando una acaba de regar empieza la siguiente.



VALVULAS VOLUMÉTRICAS AUTOMÁTICAS

V₁: Drenaje local y / o conexión válvula anterior
 V₂: Drenaje de la válvula siguiente
 C₁: Conexión a la propia válvula
 C₂: Conexión a la válvula siguiente
 P : Presión

DIRECCIÓN DE LA SECUENCIA DE RIEGO



Fig.- 27 Esquema de conexiones de válvulas volumétricas para riego secuencial

En este caso las válvulas que debemos instalar en cada sector son válvulas volumétricas equipadas con válvulas de 5 vías y conectadas unas a otras según esquema de la hoja anterior.

El funcionamiento del sistema es como sigue: se programa el riego seleccionando en los diales de cada válvula volumétrica las dosis deseadas, el riego comienza automáticamente en el momento que se programa las dosis en la primera válvula (I), una vez que por esta ha pasado la cantidad de agua prefijada (I) cierra y en ese momento se envía una señal hidráulica a la válvula siguiente (II) y esta abre suministrando la cantidad prefijada. Al terminar esta segunda válvula,, se cierra y envía la orden de apertura a la siguiente (III) y así sucesivamente hasta que la última válvula cierra, esto a su vez provoca el cierre de la válvula principal.

Como vemos este sistema presenta las siguientes ventajas:

- No necesita ningún tipo de energía.
- Sólo es necesario iniciar el riego, los cambios de turnos y el cierre de la válvula principal se realizan automáticamente.
- La programación es volumétrica, dotando a cada módulo de riego de la dosis prevista.

11 BIBLIOGRAFÍA

Curso de Ingeniería Hidráulica aplicada a los sistemas de distribución de agua (1.992) - -Ed. U.D. Mecánica de fluidos, Universidad Politécnica de Valencia.

Curso de Diseño Hidráulico de redes de riego -Diciembre 1993- Ed. U.D. Mecánica de fluidos, Universidad Politécnica de Valencia.

GOLDBERG, D., B. GORNAT Y D. RIMON. Drip irrigation Principles, design and agricultural practices (Drip irrigation scientific publications, Israel 1.976)

HERNANDEZ ABREU J.M., J. RODRIGO: III Curso Internacional de riego localizado (INIA, Canarias 1.983).

JIMENEZ J., 1.990 "Las válvulas en un proyecto hidráulico. Factores que condicionan su selección". Sistemas hidráulicos a presión. Ed. Generalitat Valenciana - Consellería de Agricultura i Pesca Valencia - PP 165-179.

MADRID S., 1.990. "Medición de variables hidráulicas en sistemas de distribución de agua" - Sistemas hidráulicos a presión - Aspectos prácticos de su diseño y explotación - Ed. U.D. Mecánica de Fluidos. Consellería de Agricultura i Pesca - Generalitat Valenciana.

PASTOR R., 1.990 - "Elección del tipo de contador más deseado. Factores que influyen en la toma de decisiones" - "Sistemas hidráulicos a presión - Aspectos prácticos de su diseño y explotación Ed. U.D. Mecánica de Fluidos - Consellería de Agricultura i Pesca - Generalitat Valenciana.

PIZARRO F., 1.986, "Riegos localizados de alta frecuencia" - Ed. Mundi Prensa Madrid.

SHAVIT E., 1.981 - "Levels of automation" - II International conference on irrigation proceedings 7-14 - Tel-Aviv (Israel). E.,

YANAY E., 1.981 - Computerized irrigation control systems - II International conference on irrigation proceedings 21-26 - Tel-Aviv (Israel).

Y. Dvir, 1.997 – "Flow control devices" – Control Appliances Books , Israel