

INDICE

1. Introducción.
2. Análisis básico.
3. Regulación de la presión diferencial en circuitos secundarios.
4. Equilibrado seguro de caudales en las redes de distribución.
5. Regulación combinada de presión diferencial y caudal en circuitos secundarios.
6. Posición de montaje de las válvulas de regulación.
7. Resumen.
8. Detalles del equipo.

OBSERVACIONES GENERALES

Instalaciones de calefacción y refrigeración:

En este folleto técnico se hace normalmente referencia a **instalaciones de calefacción** al describir las técnicas de regulación o la ejecución de las válvulas de regulación. Esto se ha hecho sencillamente con objeto de simplificación y comodidad. La mayoría de comentarios y recomendaciones se pueden aplicar también a las instalaciones de refrigeración, que utilizan una sala de máquinas central y envían a continuación el líquido refrigerante a una red de distribución.

Aplicaciones de regulación en procesos:

Los conceptos de regulación de este folleto técnico se han desarrollado principalmente para aplicaciones de calefacción y refrigeración en edificios. Sin embargo, se utilizan también frecuentemente en aplicaciones donde debe distribuirse agua de forma exacta y predecible en plantas químicas, farmacéuticas, de productos alimenticios, cerveceras y otras.

1. Introducción

A fin de reducir a un mínimo los costes de capital y mantenimiento es importante asegurarse que las instalaciones de calefacción y refrigeración trabajen con un rendimiento óptimo, independientemente de la demanda efectiva en la instalación. Para ello es importante:

1. Seleccionar los componentes de la instalación, como tuberías, bombas, calderas, refrigeradores y radiadores de forma adecuada, pero no sobredimensionados para su misión particular.
2. Instalar válvulas de regulación de paso en lugar de válvulas distribuidoras de tres vías para regular la demanda en los circuitos secundarios.
3. Incorporar dispositivos para variar el caudal de la bomba, que hacen posible un ahorro de energía cuando la demanda de la instalación sea inferior al valor de diseño máximo.
4. Asegurarse de que la red de distribución esté siempre correctamente equilibrada, especialmente con condiciones de carga variables.
5. Limitar las presiones diferenciales en los circuitos secundarios a niveles que permitan a las válvulas reguladoras de temperatura efectuar en todo momento la regulación, trabajar silenciosamente y cerrar herméticamente.

La instalación de válvulas de paso en lugar de válvulas distribuidoras de tres vías da lugar a un funcionamiento con volumen variable. Como las válvulas reguladoras de temperatura modulan desde la posición completamente abierta con demanda máxima hasta la posición cerrada cuando no existe demanda, los caudales fluctuarán desde 100% hasta 0%. De ello resulta una influencia de la instalación sobre las características de la bomba, lo que motiva que varíen las presiones diferenciales en la red de distribución creando así complicadas condiciones hidráulicas. Esto debe estudiarse y controlarse, si se desea lograr un funcionamiento predecible y eficaz de la instalación.

La finalidad de este folleto técnico es enseñar como los requisitos siguientes pueden lograrse en instalaciones que funcionan según el principio de volumen variable.

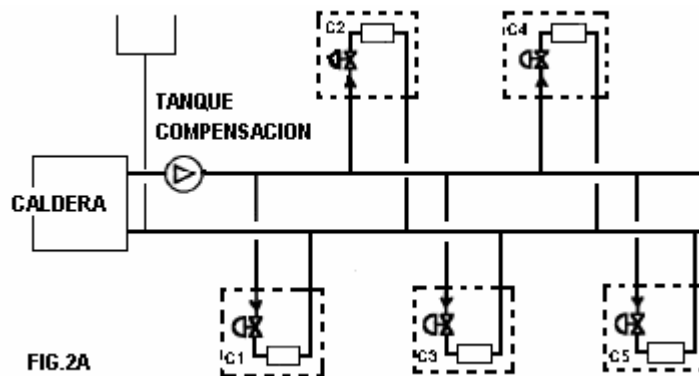
1. Control de las presiones diferenciales en los circuitos secundarios.
2. Equilibrado de los caudales en las redes de distribución.

Este folleto técnico debe facilitar a los lectores que no estén familiarizados con instalaciones de volumen variable unos conocimientos básicos sobre sus características de funcionamiento y como lograr en todo momento una regulación hidráulica predecible.

2. Análisis básico

Con objeto de apreciar los problemas específicos que aparecen durante un funcionamiento de volumen variable, será útil examinar brevemente las características de funcionamiento de una instalación de calefacción típica. Una instalación de este tipo consiste normalmente en una caldera, una bomba, tuberías principales de distribución y un número determinado de circuitos secundarios.

La figura 2A representa una instalación de este tipo, tal como las que pueden encontrarse en hospitales, escuelas, bloques de oficinas, edificios públicos, fábricas y bloques de pisos.

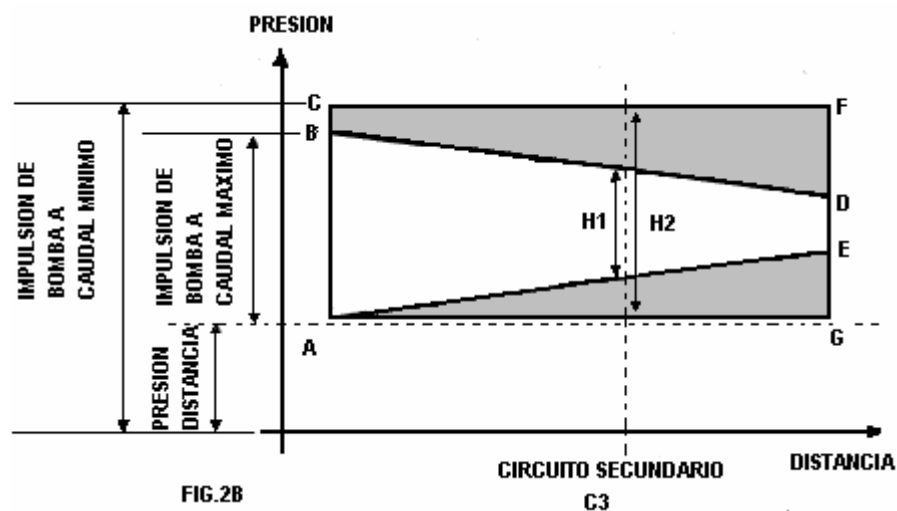


Los caudales en los circuitos secundarios C1, C2, C3, C4 y C5 se regulan mediante válvulas de paso, que modulan entre las posiciones abierta y cerrada a fin de adaptarse a los distintos niveles de demanda.

Conociendo los caudales de diseño, dimensiones de las tuberías y elevación de presión de la bomba, puede dibujarse un diagrama de presión/distancia de la instalación en cuestión, en el que se apreciará la distribución de las presiones en las condiciones de máxima y mínima demanda.

Bomba de recirculación de velocidad fija:

La fig. 2B representa el diagrama presión/distancia correspondiente a la instalación de la fig. 2A, estando equipada con una bomba de recirculación de velocidad fija.



Cuando la demanda sea máxima, A-B representa la elevación de presión de la bomba con el caudal de diseño, B-D la pérdida de presión por rozamiento en la tubería, D-E la pérdida de presión a través del circuito index (C5) y E-A la pérdida de presión en la tubería de retorno.

Cuando disminuya la demanda en los circuitos secundarios, empezarán a cerrar las válvulas de regulación de los circuitos secundarios, lo que reducirá los caudales de agua. Finalmente, cuando la demanda sea pequeña o nula, las válvulas estarán casi cerradas o cerradas del todo y el caudal de agua quedará reducido a un valor mínimo o completamente interrumpido.

Al disminuir el caudal en una tubería disminuye también la pérdida de presión por rozamiento (siguiendo la conocida ecuación $Q \propto \sqrt{H}$) y finalmente, cuando no exista circulación tampoco existirá pérdida de presión.

A-C-F-G representa por lo tanto la distribución de presiones en la instalación con el nivel mínimo de demanda. Para una bomba de velocidad constante, la elevación de presión aumenta al disminuir el caudal, lo que se aprecia en el diagrama presión / distancia al pasar de B a C.

Comparando las figuras A-B-D-E-A y A-C-F-G-A, puede verse claramente que cuando la demanda varía, varían también las presiones en las tuberías de distribución. En nuestro ejemplo, las variaciones de presión entre las condiciones con caudal máximo y mínimo vienen representadas por el área sombreada. Puede apreciarse que cuando el caudal es pequeño o no circula fluido, la presión diferencial F-G en el circuito index (C5) aumenta de forma espectacular y es virtualmente la misma que la presión diferencial (presión de impulsión de la bomba) C-A en la sala de calderas.

Consideramos ahora lo que pasa en un circuito típico secundario, como por ejemplo C3, cuando varían el caudal y los diferenciales de presión. Cuando existe una demanda máxima en toda la instalación, la elevación de presión de la bomba disponible para el circuito C3 será H1 y en las condiciones de mínima demanda, la elevación de presión disponible aumentará hasta H2. Entre estas dos condiciones extremas, la elevación de presión de la bomba disponible variará entre H1 y H2.

Para ello deben tenerse en cuenta los siguientes problemas:

1. Si la presión diferencial máxima H2 que puede aparecer en los circuitos secundarios es demasiado alta para las válvulas reguladoras de temperatura instaladas, éstas no serán capaces de modular correctamente o de conseguir un cierre hermético.
2. Puesto que las presiones diferenciales disponibles en las tuberías de distribución fluctúan, no es posible equilibrar correctamente los circuitos secundarios por medio de válvulas manuales. Estas válvulas pueden únicamente utilizarse con éxito en instalaciones, que tengan siempre presiones diferenciales estables.

Bomba de velocidad variable:

Tal como se ha mencionado arriba, los análisis del apartado anterior presuponen que para producir la presión de recirculación se ha montado una **bomba de velocidad fija**.

Sin embargo, muchas instalaciones de calefacción y refrigeración llevan incorporados dispositivos de bombeo de velocidad variable, que han sido diseñados para adaptarse a la demanda existente en la instalación y ahorrar así energía eléctrica.

Desgraciadamente, tal como se verá por los siguientes análisis, las instalaciones con bombas de velocidad variable tienen muy poco o ningún efecto beneficioso para la estabilidad hidráulica en redes de distribución. Existen varios sistemas para regular las bombas de velocidad variable. Un método sencillo y común en instalaciones pequeñas consiste en regular la elevación de presión de la bomba a un valor constante. Para instalaciones mayores se utiliza a menudo un método más sofisticado, que mantiene la presión diferencial de un circuito secundario a un valor elegido prefijado.

Bomba de velocidad variable, regulada para mantener constante la elevación de presión de la bomba:

En este dispositivo se ajusta automáticamente la velocidad de la bomba para mantener la elevación de la presión de la misma a un mismo valor constante predeterminado, independiente de la demanda de caudal de la instalación.

En la fig.2C puede verse el esquema general de la instalación y en la fig.2D el correspondiente diagrama presión/distancia.

Cuando la instalación trabaja en condiciones de máxima demanda, A-B representa la elevación de presión de la bomba, B-D la distribución de la presión de la tubería, D-E la pérdida de presión a través del circuito secundario C5 y E-A la distribución de presión en la tubería de retorno.

Cuando la demanda es pequeña o no existe, las válvulas reguladoras de los circuitos secundarios cierran, para reducir o interrumpir la circulación de fluido en las tuberías de distribución. Las pérdidas de presión en estas tuberías disminuirán consecuentemente, obteniéndose las líneas de distribución de presión B-F para la tubería de impulsión y A-G para la tubería de retorno. Si no hay demanda en la instalación, la presión diferencial que actúa a través del circuito C5 es virtualmente igual a la elevación de presión de la bomba A-B.

Examinando la presión diferencial disponible en un determinado circuito secundario, por ejemplo C3, se observa que varía desde H1 con demanda máxima hasta H2 con demanda mínima.

En la fig.2E puede verse el esquema general de la instalación y en la fig.2F el correspondiente diagrama presión/distancia. A-B-D-E-A representa la distribución de la presión con la demanda máxima y A-C-F-G-A la distribución de la presión con la demanda mínima. D-E y F-G son siempre iguales, pero el resto de la red está sujeto a fluctuaciones de la presión diferencial cuando varía la demanda de la instalación.

Examinando un circuito secundario determinado, como por ejemplo el C3, se ve, que la presión diferencial disponible varía entre H1 con la demanda máxima y H2 con la demanda mínima. También se apreciará, que las fluctuaciones son mínimas cerca del circuito en cuestión y máximas cerca de la bomba de recirculación.

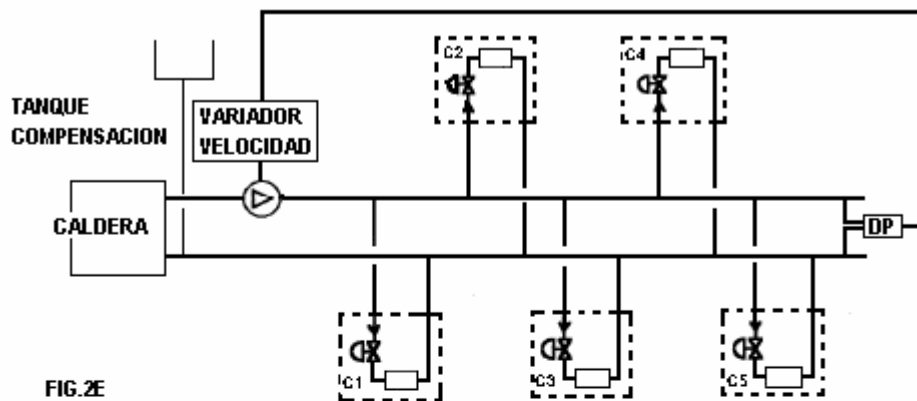


FIG.2E

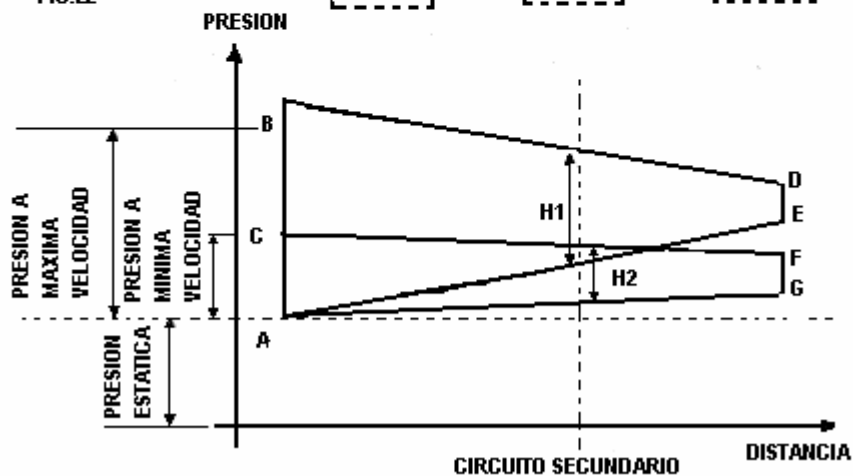


FIG.2F

C3

Conclusiones generales:

Montando válvulas de regulación de temperatura de paso en los circuitos secundarios se obtiene un funcionamiento de volumen variable. Debido a que esto origina que varíen los caudales en las tuberías de distribución, variarán también las pérdidas de presión y con ello las presiones diferenciales, lo que hace necesario la instalación de válvulas reguladoras automáticas de distribución.

En lo concerniente a la estabilidad hidráulica de una red distribuidora de agua de calefacción/refrigeración, se obtiene una ligera ventaja instalando un sistema de bombeo de velocidad variable. El beneficio principal es sencillamente el ahorro de energía eléctrica.

3. Regulación de presiones diferenciales en circuitos secundarios

La elevación de la presión de circulación que tiene que producir la bomba en la sala principal de la planta se calcula a partir del caudal máximo de agua en la instalación, de la pérdida de presión en las tuberías de distribución y en otros componentes de la red, así como la pérdida de presión en el circuito secundario en cuestión. Si la elevación de presión de la bomba es mayor que la presión diferencial contra la que es capaz de cerrar la válvula o con la cual puede modular de forma segura y efectiva, deberá pensarse en reducirla de alguna manera. Es importante tener en cuenta que normalmente es muy poco lo que puede hacerse para reducir la elevación de presión de la bomba en la sala de calderas con objeto de ayudar a las válvulas de regulación de los circuitos secundarios. A menos que una bomba esté sobredimensionada, la reducción de su elevación de presión causará normalmente una falta de alimentación en algunos circuitos secundarios, sobretodo en aquellos que están más apartados de la sala de calderas.

La solución de este problema estriba en reducir la presión diferencial localizada en los circuitos secundarios, de forma que las válvulas de regulación de los circuitos secundarios no tengan que actuar contra la elevación de presión total de la bomba producida en la sala de calderas. Esto puede conseguirse de forma sencilla y efectiva montando válvulas reguladoras de presión diferencial.

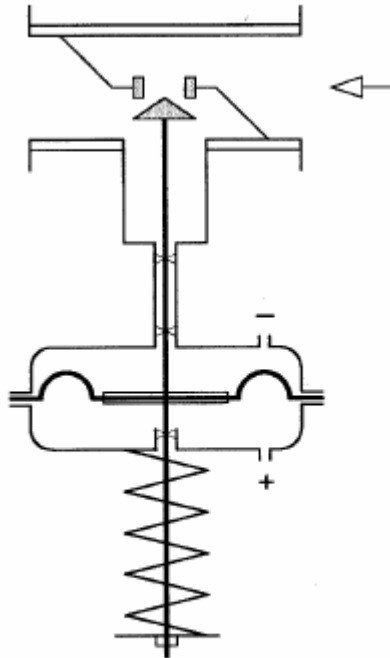


FIG.3A
VALVULA REGULADORA DE PRESION
DIFERENCIAL CON VALOR CONSIGNA
AJUSTABLE

La fig.3A representa un dibujo esquemático de una de estas válvulas. Está compuesta de un cuerpo de válvula de paso recto, acoplada a un accionamiento a membrana especial. Este último lleva incorporados un resorte y una membrana y está diseñado de forma que la presión puede actuar por ambos lados de la membrana. La fuerza producida por la diferencia entre las dos presiones que actúan sobre la membrana empuja contra el resorte de la válvula. Si la fuerza de la membrana es superior a la fuerza del resorte, el obturador se moverá hacia el asiento y si la fuerza del resorte es superior que la fuerza de la membrana, el obturador se separará del asiento abriendo la válvula. Si las fuerzas de la membrana y del resorte son iguales existirá equilibrio y la válvula no se moverá. La elección del resorte y tamaño de la membrana fija los límites de presión diferencial entre los que puede ajustarse el valor consigna de una válvula de regulación determinada. El ajuste se efectúa comprimiendo más o menos el resorte.

En la práctica, las válvulas reguladoras de gran calidad incorporan a menudo un dispositivo de compensación, que reduce el efecto de las fuerzas de estrangulación sobre el obturador. Este tiene normalmente la forma de un pistón sobre el cual actúan las mismas presiones que sobre el obturador. El pistón está dispuesto de tal modo, que las fuerzas sobre el obturador y sobre el pistón se oponen una contra la otra y más o menos se anulan mutuamente. Esta particularidad permite a las válvulas trabajar con diferencias de presión elevadas y conseguir al mismo tiempo una regulación sensible, precisa y estable.

Regulación de la presión diferencial hacia un circuito secundario:

A continuación podemos ver como una válvula reguladora de presión diferencial regula la presión diferencial hacia un circuito secundario.

La fig.3B representa el esquema general de la instalación.

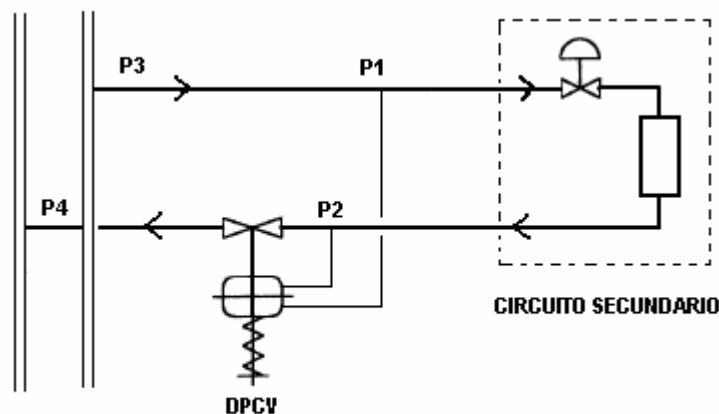


FIG.3B
INSTALACION DE UNA VALVULA REGULADORA
DE PRESION DIFERENCIAL

La válvula puede montarse tanto en la tubería de impulsión como en la de retorno (en este caso se ha dibujado en la tubería de retorno). Las tuberías de toma de presión se han conectado entre el accionamiento a membrana y las tuberías de impulsión y de retorno, tal y como pueden verse en el dibujo. P3-P4 es la presión diferencial disponible en las tuberías de distribución y P1-P2 es la presión diferencial a regular en el circuito secundario. La válvula actúa de la siguiente manera:

Si P1-P2 es superior al valor consigna de la válvula, el obturador se desplazará hacia el asiento, lo que hará que aumente la pérdida de presión a través de la válvula. Esto continuará hasta que se haya absorbido el exceso de presión diferencial y P1-P2 sea igual al valor consigna de la válvula. Cuando esto suceda, las fuerzas de la membrana y del resorte estarán completamente equilibradas y la válvula no se moverá más.

A la inversa sucede si P1-P2 es inferior al valor consigna de la válvula. En este caso, el obturador se desplazará apartándose de su asiento a fin de reducir la pérdida de presión a través de la válvula y permitiendo con ello que aumente la presión diferencial hasta alcanzar el valor consigna.

Se deduce por lo tanto que una válvula reguladora de presión diferencial tiene como función el absorber el exceso entre la presión diferencial en las tuberías de distribución principal y la presión diferencial a regular en el circuito secundario. Esta regulación es continua y prácticamente instantánea. Montando este tipo de válvulas, un circuito secundario puede trabajar siempre con una presión diferencial ideal, permitiendo a las válvulas de regulación del circuito que funcione correctamente dentro de sus límites de trabajo. Las fluctuaciones de caudal en el circuito secundario o las variaciones de presión diferencial entre las tuberías de distribución principales tienen poca influencia sobre el valor regulado de la presión diferencial.

Aplicaciones prácticas:

La fig.3C representa una instalación de calefacción típica, consistente en una red de distribución y un determinado número de circuitos secundarios, alimentados por una planta de calderas central.

Si la elevación de presión en la sala de calderas es excesiva para el correcto funcionamiento de las válvulas de regulación montadas en los circuitos secundarios, es necesario montar una válvula reguladora de presión diferencial en cada circuito secundario, tal y como se ve en el esquema. La presión diferencial de cada válvula se ajustará al valor consigna adecuado al circuito en cuestión.

En función del diseño de la red de distribución puede no ser necesario instalar una válvula reguladora de presión diferencial en cada circuito secundario. Si se cumplen las exigencias para disponer de la presión diferencial necesaria en los circuitos secundarios, puede ser suficiente para montar válvulas reguladoras de presión diferencial en posiciones estratégicas, siempre que puedan regular más de un circuito secundario.

Para algunas aplicaciones resulta ventajoso utilizar válvulas reguladoras de presión diferencial con un valor consigna fijo, ya que no requieren acoplarse in situ y son prácticamente desajustables.

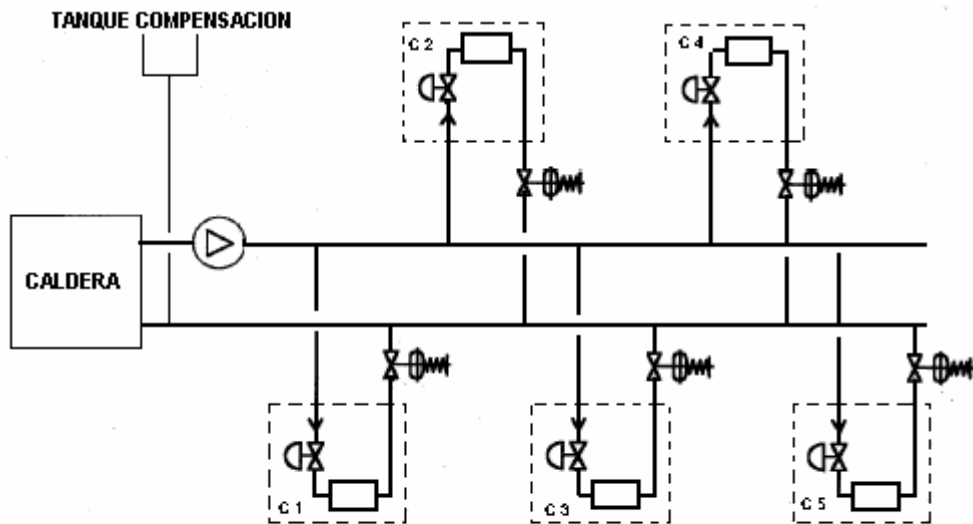


FIG.3C
MONTAJE DE VALVULAS REGULADORAS DE
PREISION DIFERENCIAL EN TODOS LOS
CIRCUITOS SECUNDARIOS

En la fig.3D se ha representado una de estas válvulas, que es esencialmente igual a las de la ejecución ajustable, pero lleva un resorte interior fijo en lugar de un resorte exterior ajustable. Normalmente pueden suministrarse diversos resortes correspondientes a varios valores consigna.

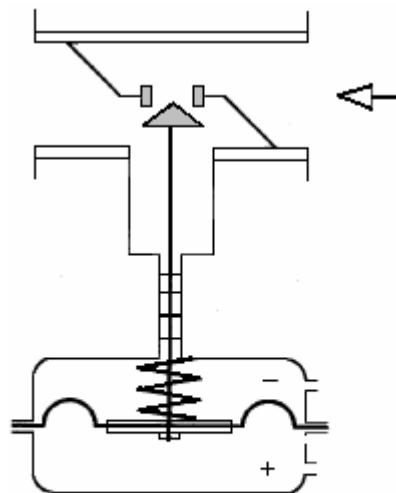


FIG.3D
VALVULA REGULADORA DE PREISION
DIFERENCIAL CON VALOR CONSIGNA FIJO

4.

Equilibrado exacto de caudales de agua en redes de distribución

Si en las instalaciones de calefacción se puede limitar en todo momento el caudal de agua hacia cada circuito secundario a su valor de diseño (máximo), ningún circuito secundario puede privar a otro del agua de circulación asignada a este y consecuentemente estará la red de distribución siempre equilibrada. Frecuentemente se encargan conjuntos de ajuste manual para equilibrar las redes de distribución, pero esto puede tener únicamente éxito, si existen unos caudales y presiones diferenciales estables en la red. Esto se apreciará fácilmente, si se examina el dibujo de esa ejecución en detalle.

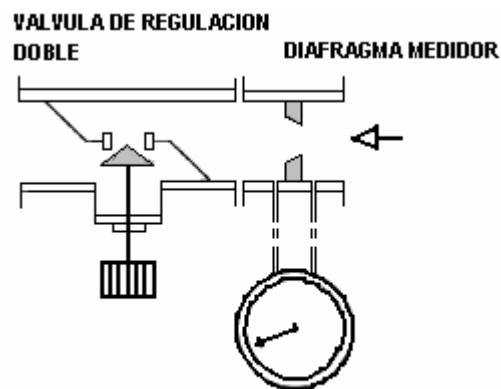


FIG.4A
JUEGO DE AJUSTE MANUAL

En la fig.4A puede verse un conjunto de ajuste manual, compuesto de un diafragma de medición y una válvula manual de regulación doble. Si se desea limitar el caudal con este sistema, deberá conectarse al diafragma de medición algún tipo de indicador de caudal (por ej. un manómetro de presión diferencial de esfera o un tubo en U) y ajustarse posteriormente la válvula de regulación hasta que el caudal sea el requerido. Una vez prefijado, el caudal a través de la válvula dependerá de la pérdida de presión que actúa sobre la misma. De ello se deduce, que como la válvula permanece en una posición fija, únicamente se dispondrá del caudal necesario con una pérdida de presión específica.

Por este motivo pueden usarse conjuntos de ajuste manual únicamente con éxito para equilibrar redes de distribución, si las presiones diferenciales son predecibles y no exceden de los valores para los que han sido previstas las válvulas de regulación. Por desgracia, en la práctica casi nunca se dan estas condiciones.

Una solución mucho mejor consiste en montar válvulas de regulación que **midan en todo momento** los caudales y compensen **automáticamente** cada variación de presión diferencial, que pueda originar que se superen los caudales de diseño. Este tipo de válvula de regulación se conoce como válvula

automática limitadora de caudal, VARC, y es en principio una versión autorreguladora de un conjunto de ajuste manual.

La fig.4B representa de forma esquemática uno de estos dispositivos.

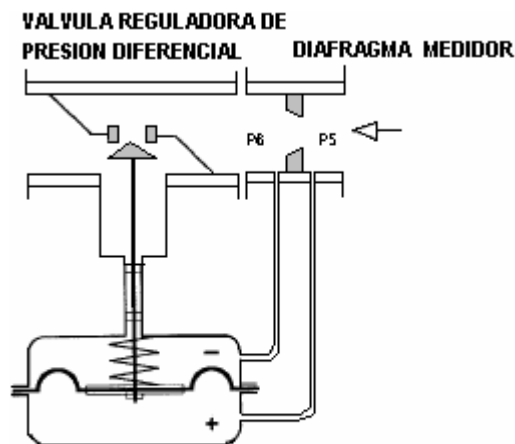


FIG.4B
CONJUNTO DE VALVULA
LIMITADORA DE CAUDAL

El principio de funcionamiento es el siguiente. Se mide el caudal mediante un diafragma de medición, que ha sido diseñado para generar una diferencia de presión efectiva determinada (por ej. 20 KPa) con el caudal que debe limitarse. La presión diferencial generada se transmite a la cámara de membrana de una válvula reguladora de presión diferencial. A la fuerza de la membrana resultante se opone la de un resorte fijo, que ha sido escogido de forma que equilibre la fuerza de la membrana justamente cuando actúa sobre ésta los 20 KPa de la presión diferencial.

La fig.4C representa una instalación típica de una válvula automática limitadora de caudal. La válvula tiene como función la de limitar en todo momento el caudal hacia los circuitos secundarios a un valor predeterminado.

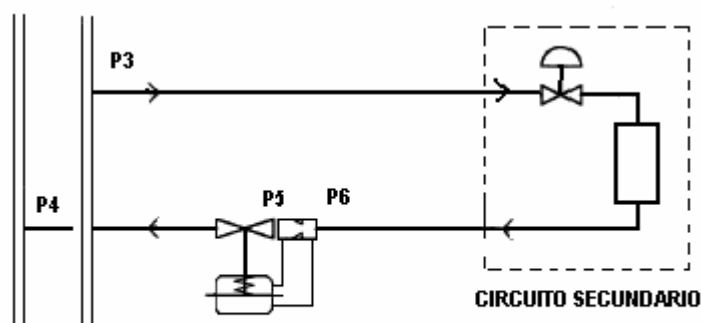


FIG.4C
MONTAJE DE UN CONJUNTO DE VALVULA
AUTONOMA LIMITADORA DE CAUDAL

Si el caudal tiene el valor previsto y el estrangulador genera una caída de presión de 20 KPa, la válvula no se moverá, puesto que las fuerzas del resorte y de la membrana estén en perfecto equilibrio. Así debe ser, ya que al no sobrepasarse el caudal no debe efectuarse tampoco ninguna corrección.

Si aumenta el caudal por encima del valor de diseño, quizás porque las válvulas de regulación de los circuitos secundarios hayan abierto más o haya aumentado la presión diferencial P3-P4, la diferencia de presión efectiva producida por el diagrama de medición sobrepasará los 20 KPa. La fuerza de la membrana será entonces superior a la del resorte y la válvula se moverá en sentido de cierre. Continuará así, hasta que el caudal se haya reducido de nuevo al valor de diseño, pues únicamente entonces estarán de nuevo equilibradas las fuerzas del resorte y de la membrana.

El proceso inverso sucede cuando el caudal cae por debajo del valor de diseño. La presión diferencial efectiva generada por el diafragma de medición disminuirá y la válvula abrirá más, intentando que el caudal vuelva al valor de diseño. No obstante, esto no será posible si la presión diferencial P3-P4 disponible es demasiado baja o la demanda en los circuitos secundarios es inferior a su valor máximo. En este caso se moverá la válvula hasta alcanzar la posición completamente abierta.

Normalmente no tiene importancia el que los caudales sean inferiores al valor de diseño, ya que en estas condiciones no deben producirse en ningún caso problemas de compensación en la red de distribución.

En la fig.4D puede verse el diseño actual de una válvula automática de limitación de caudal.

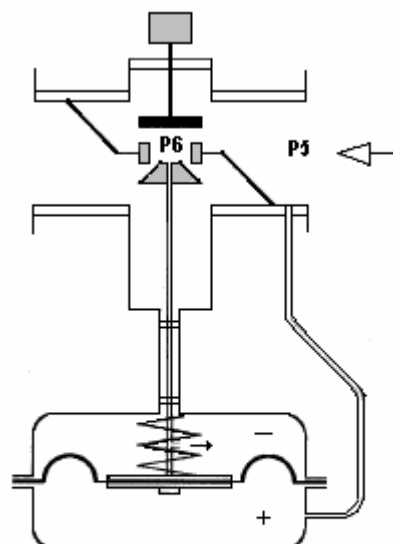


FIG.4D
VALVULA AUTONOMA LIMITADORA DE
CAUDAL (VARC)

El diafragma de medición se ha sustituido por una estrangulación ajustable incorporada en el interior del cuerpo formando así una ejecución compacta. La estrangulación se ha conseguido mediante un segundo obturador, que forma un espacio anular con la superficie del asiento de la válvula, creando la caída de presión P5-P6. El estrangulador es ajustable, de modo que puede generarse la misma caída de presión (por ej. 20 KPa) con distintos caudales, lo que da a la válvula un margen de ajuste pre-fijable.

Al igual que con las válvulas reguladoras de presión diferencial descritas en el apartado 3, las válvulas automáticas limitadoras de caudal de alta calidad incorporan frecuentemente obturadores con compensación de presión. Esto permite a las válvulas trabajar contra elevadas presiones diferenciales sin sacrificar sensibilidad, exactitud de regulación o expectativa de larga duración.

Nota importante: Cuando se utilizan válvulas automáticas limitadoras de caudal para la regulación de distribución, sin montar también válvulas reguladoras de presión diferencial, las válvulas reguladoras de los circuitos secundarios tienen que ser capaces de trabajar contra las presiones diferenciales máximas de la red. El motivo de ello es que cuando el caudal a través de VALC sea inferior a su valor consigna, ésta permanecerá en posición completamente abierta.

Combinación de válvula limitadora de caudal y reguladora con accionamiento eléctrico:

Para muchas aplicaciones se efectúa la regulación de temperatura en los circuitos secundarios mediante una válvula reguladora motorizada, que es mandada por un regulador de temperatura electrónico o por un sistema BMS.

La otra función reguladora que se precisa normalmente en este tipo de instalaciones, es la limitación de caudal en los circuitos secundarios a un valor predeterminado. Como se ha expuesto ya anteriormente, esto puede realizarse fácilmente montando una válvula automática limitadora de caudal.

Aunque estas dos funciones reguladoras pueden llevarse a cabo montando dos válvulas reguladoras individuales, esta no es siempre la solución ideal. Como se ha indicado en la página anterior, cuando el caudal es inferior al valor consigna de una válvula limitadora de caudal, esta última permanece en la posición completamente abierta. En estas condiciones, una válvula motorizada a de ser capaz de modular y cerrar contra la presión diferencial total existente en la red de distribución.

Una solución mucho mejor consiste en montar una válvula reguladora especial, que combina las funciones de una válvula limitadora de caudal y de una válvula reguladora motorizada y que esté diseñada para que pueda vencer elevadas presiones diferenciales.

La fig.4E representa de forma esquemática una válvula de este tipo, donde puede apreciarse que el accionamiento motorizado cambia la posición del dispositivo estrangulador de medición, pero no tiene que efectuar la fuerza

necesaria para maniobrar la válvula principal. El cambio de pérdida de presión P5-P6 a través del estrangulador de medición suministra la fuerza de mando para la válvula reguladora. Se ha incorporado un obturador compensado y de

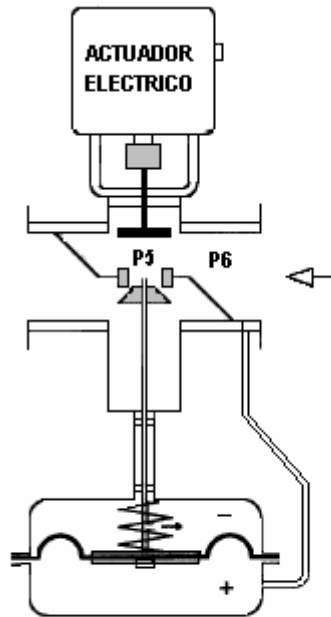


FIG.4E
VALVULA COMBINADA LIMETADORA DE CAUDAL
Y VALVULA DE CONTROL MOTORIZADA

esta forma puede la válvula modular y cerrar contra presiones diferenciales elevadas.

Una propiedad muy importante de este tipo especial de válvula es que la autoridad de la válvula se mantiene casi al 100% durante todo el tiempo, ya que la pérdida de presión a través del estrangulador se mantiene prácticamente constante durante la modulación. Esta elevada calidad de regulación no puede conseguirse con válvulas separadas de limitación de caudal y de regulación motorizada.

La fig. 4F representa el montaje de una válvula combinada limitadora de caudal y de regulación motorizada en un circuito secundario, demostrando claramente la comodidad de utilizar una sola válvula para las dos funciones de regulación.

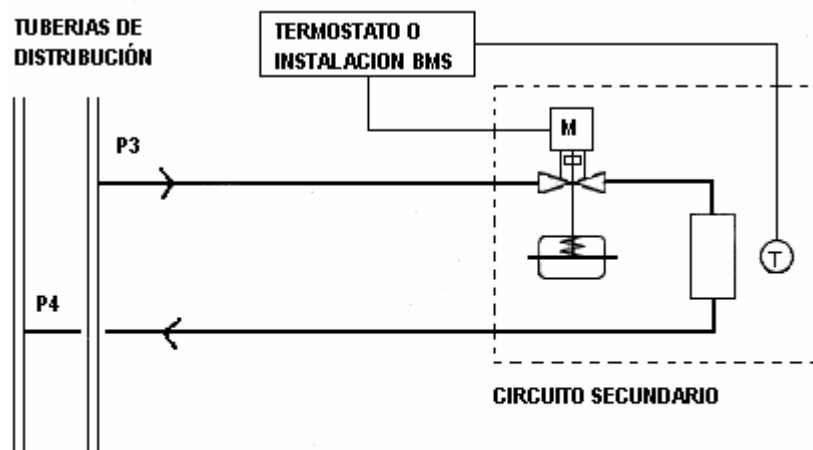


FIG. 4F
MONTAJE DE UNA VALVULA COMBINADA
LIMITADORA DE CAUDAL Y VALVULA DE CONTROL
MOTORIZA

5. Regulación combinada de presión diferencial y caudal en circuitos secundarios

En muchas instalaciones es deseable o hasta necesario regular en los circuitos secundarios tanto el caudal máximo como la presión diferencial. Las razones para ello son:

1. Limitar el caudal máximo a cada circuito secundario para asegurar que ningún circuito consuma más agua de la red de distribución que la asignada al mismo, consiguiendo de este modo que exista siempre un equilibrio correcto.
2. Las válvulas reguladoras de temperatura de los circuitos secundarios solamente pueden modular correctamente y cerrar herméticamente, si trabajan dentro de sus límites de presión diferencial máxima. Si las diferencias de presión en una red de distribución son demasiado elevadas, deberán reducirse a niveles que sean aceptables en los circuitos secundarios.

Las válvulas reguladoras de temperatura son un caso particular de ello. Para estas válvulas, la presión diferencial no debe exceder normalmente de 50 KPa y si es posible deben regularse por debajo de este valor.

3. Si debe conseguirse un control razonable de la regulación e importante asegurarse que las válvulas reguladoras de los circuitos secundarios no estén sometidas a amplias fluctuaciones de las presiones diferenciales.

Una solución obvia de los problemas anteriores es la de montar una válvula automática limitadora de caudal y una válvula reguladora de presión diferencial en cada circuito secundario. Esta disposición puede verse en la fig.5A y con ella se obtendrá una regulación completamente independiente de la presión diferencial y de la limitación de caudal de un circuito secundario.

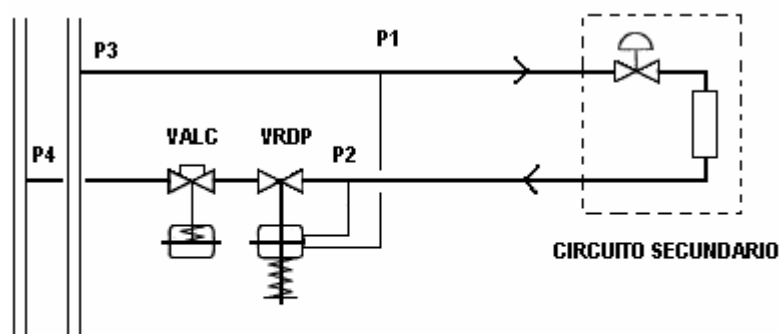


FIG. 5A
CIRCUITO SECUNDARIO REGULADO POR UNA VÁLVULA
AUTÓNOMA REGULADORA DE CAUDAL Y DE PRESIÓN
DIFERENCIAL

Sin embargo, esta disposición resulta costosa, tanto desde el punto de vista de la adquisición como de la instalación.

Una solución sencilla, cómoda y más elegante se obtiene montando una válvula combinada limitadora de presión diferencial y de caudal, que incorpora las funciones de las dos válvulas individuales en un conjunto compacto.

En la fig.5B puede verse la disposición esquemática de este tipo de válvulas. La unidad básica es una válvula automática limitadora de caudal a la que se ha añadido un accionamiento regulador de presión diferencial.

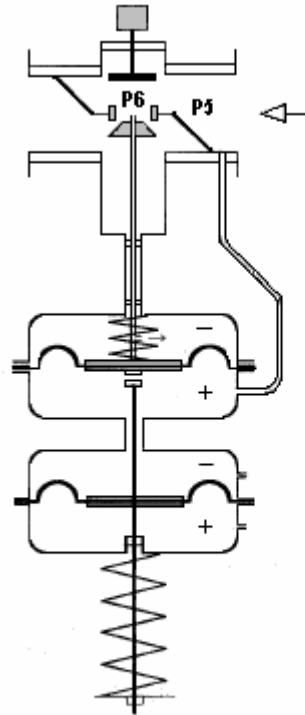


FIG.5B
VALVULA AUTONOMA REGULADORA LIMITADORA DE
CAUDAL Y DE PRESION DIFERENCIAL

La válvula se ha diseñado de forma que las dos funciones de regulación (limitación de caudal y regulación de presión diferencial) pueden actuar independientemente entre si, pero una puede vencer a la otra. Ambos, tanto el valor limitador de caudal como el valor de consigna de la presión diferencial pueden ajustarse independientemente, lo que da una completa flexibilidad sobre ambas funciones reguladoras.

En la fig.5C puede verse la instalación de este tipo de válvulas.

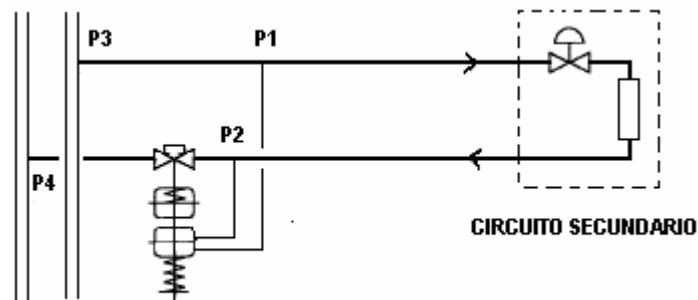


FIG.5C

Para algunas aplicaciones puede resultar, sin embargo, demasiado costoso el montaje de dos válvulas de regulación individuales o una válvula combinada. Por este motivo se han ideado otras soluciones, que quizás no son tan elegantes ni tan cómodas de utilizar como las válvulas de regulación combinadas, pero pueden también realizar ambas funciones, o sea regulación de presión diferencial y limitación de caudal.

En la fig.5D puede verse uno de estos dispositivos, utilizados frecuentemente en la práctica.

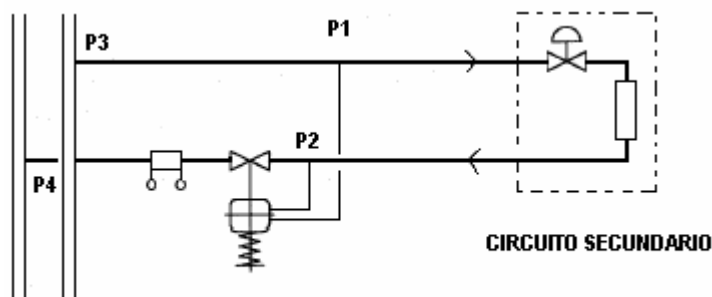


FIG.5D

Consiste esencialmente en una válvula reguladora de presión diferencial ajustable y un diafragma medidor de caudal. El valor consigna de la presión diferencial se ajusta durante la puesta en marcha a un valor tal, que sea suficientemente alto para producir el caudal de diseño del circuito secundario, de acuerdo con la medición del diafragma. En la práctica debe efectuarse este ajuste previo cuando la pérdida de presión del circuito secundario sea mínima. Esto se realiza abriendo completamente todas las válvulas reguladoras del circuito secundario.

De este modo tan sencillo se puede conseguir simultáneamente la regulación de la presión diferencial y la regulación automática de caudal, montando una sola válvula reguladora de presión diferencial. Es también importante observar, que mientras la válvula se ha ajustado para obtener una diferencia de presión mínima para conseguir el caudal de diseño, las válvulas reguladoras del circuito secundario trabajan siempre en condiciones óptimas. Otro dispositivo interesante con el que se consigue simultáneamente la regulación de la presión diferencial y la limitación de caudal se utiliza frecuentemente para aplicaciones, en las que la demanda en un circuito secundario se regula por medio de una válvula reguladora motorizada.

Como puede verse en la fig.5E, en este tipo de instalación se utiliza una válvula reguladora de presión diferencial para regular la pérdida de presión a través de una válvula reguladora motorizada. El valor consigna de la válvula reguladora de presión diferencial se ha ajustado de tal manera, que permite circular a través de la válvula justamente el caudal de diseño, cuando esté completamente abierta.

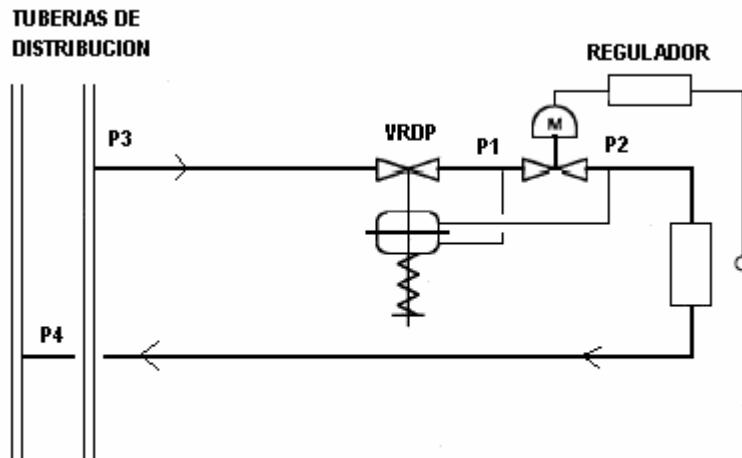


FIG.3E
REGULACION DE LA PRESION DIFERENCIAL A
TRAVES DE UNA VALVULA DE CONTROL MOTORIZADA

El valor consigna (presión diferencial) puede calcularse mediante la formula:

$$\Delta p = \left(\frac{Q}{Kv} \right)^2$$

Donde Q= caudal máximo

Kvs= Valor del Kvs de la válvula

Regulando de este modo la pérdida de presión a través de la válvula reguladora motorizada se logran las siguientes funciones:

1. Limitar el caudal máximo a base de regular la pérdida de presión a través de la válvula siempre a un valor predeterminado, también en el caso de que la válvula esté completamente abierta.
2. Regulando la presión diferencial a través de la válvula reguladora motorizada a un valor constante, ésta tendrá siempre la máxima capacidad de regulación.

Este dispositivo de regulación se utiliza frecuentemente para redes extensas, donde los grandes caudales y los largos recorridos de las tuberías hacen necesario el montaje de bombas con grandes elevaciones de presión.

Conclusiones:

En redes extensas y complejas es a menudo aconsejable equipar cada circuito secundario con una limitación de caudal y una regulación de presión diferencial. La mejor manera de conseguirlo es mediante el montaje de válvulas de regulación combinadas, pues con éstas se obtiene una completa flexibilidad y son muy fáciles de pedir.

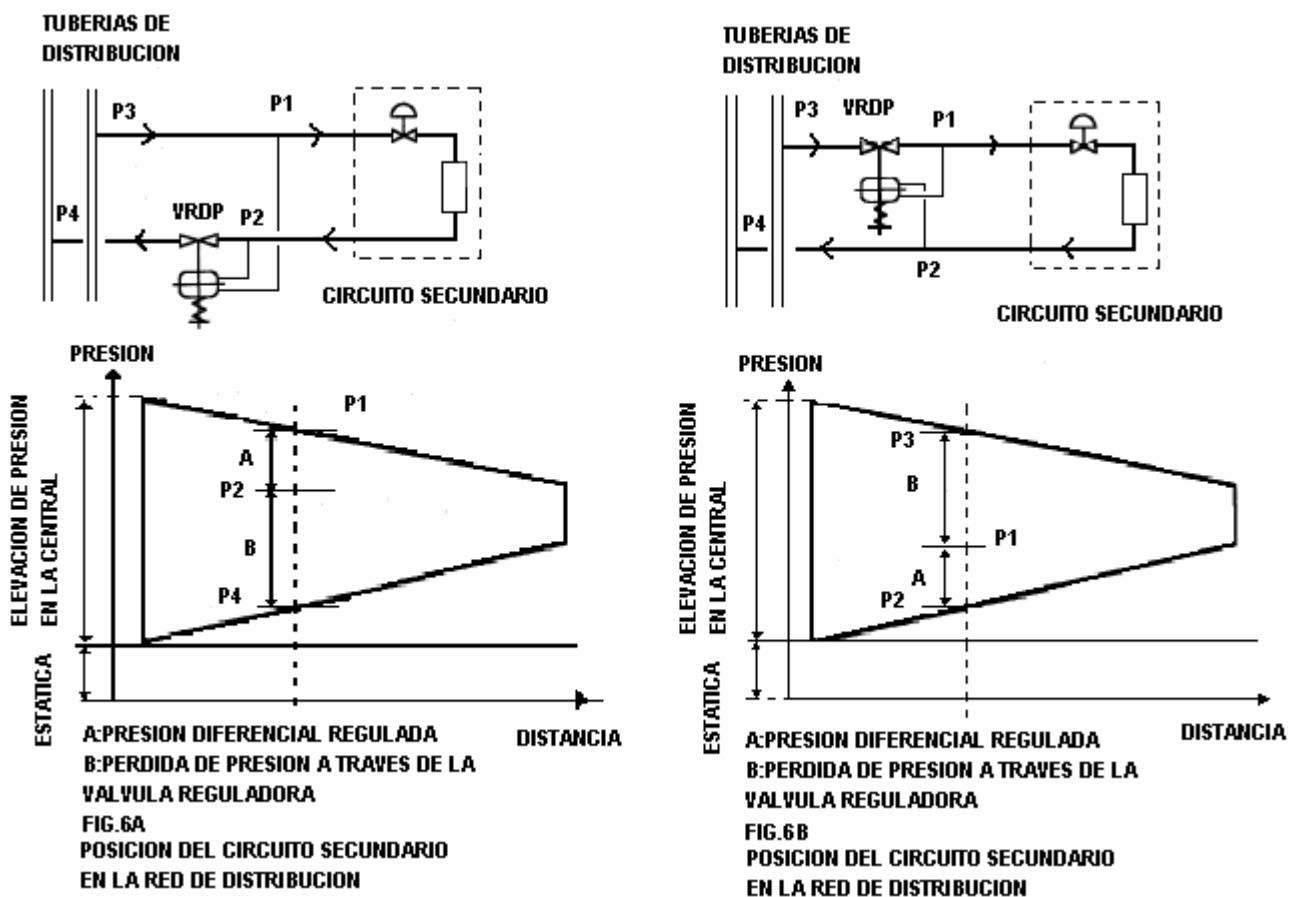
Una alternativa a la solución anterior es montar una válvula reguladora de presión diferencial y un diafragma medidor de caudal en cada circuito secundario. Esto no es tan cómodo como una válvula de regulación combinada, pero con ello se consigue también una buena regulación y permite controlar el caudal en todo momento.

6.

Posición de montaje de las válvulas limitadoras de caudal y reguladoras de presión diferencial.

Cuando se utiliza una válvula reguladora para regular la presión diferencial o para limitar el caudal hacia un circuito secundario se puede montar tanto en la tubería de impulsión como en la tubería de retorno de este circuito secundario.

La precisión y la calidad de la regulación es idéntica, independientemente de si se coloca en la tubería de impulsión o en la de retorno.



La diferencia entre las dos posiciones de montaje estriba únicamente en el modo en que se produce la pérdida de presión entre la conexión de la impulsión P3 y del retorno P4 a las tuberías de retorno.

Comparando las presiones P1 en los dos dibujos que figuran a continuación se apreciará, que si la válvula está situada en la tubería de retorno, la presión en el circuito secundario se mantendrá a una presión más elevada que se está situada en la tubería de impulsión.

Esto puede ser una ventaja en las instalaciones que trabajan a temperaturas elevadas, ya que se las presiones son superiores existe menor peligro de que aparezca cavitación, cuando las válvulas reguladoras de temperatura de los circuitos secundarios tengan que estrangular.

En la mayoría de las aplicaciones, sin embargo, esto no constituye un problema por lo tanto se pueden montar las válvulas reguladoras tanto en la tubería de impulsión como en la de retorno.

7. Resumen

Al proyectar una instalación de calefacción o refrigeración que debe trabajar según el principio de volumen variable, es importante apreciar que las características de trabajo son diferentes a la que trabajan a volumen constante. Trabajando a volumen constante, la presión en la red de distribución permanece prácticamente constante (ya que el caudal no varía) mientras que trabajando con volumen variable, los caudales varían y por lo tanto fluctúan las presiones. A fin de poder predecir exactamente lo que ocurre en una instalación particular, se acostumbra a dibujar un diagrama presión-distancia, en el que pueden apreciarse las presiones con demanda mínima y máxima por toda una instalación. En especial indicará claramente las fluctuaciones de las presiones diferenciales que tienen lugar en cualquier punto específico de la red de distribución.

A partir de este diagrama pueden obtenerse con relativa facilidad contestaciones a las siguientes preguntas:

1. ¿Pueden aparecer en alguno de los circuitos secundarios una presión diferencial máxima demasiado elevada para las válvulas de regulación instalada en aquel circuito?
2. ¿Son las fluctuaciones de la presión diferencial en la red de distribución tan grandes que no puede lograrse un equilibrio exacto de los caudales mediante válvulas de regulación manual?

Una vez aclarado lo anterior será posible tomar decisiones con conocimiento de causa, considerando que equipo de regulación se precisa para asegurar un funcionamiento predecible y exacto de la instalación. La utilización de válvulas de regulación autónomas tiene las siguientes ventajas:

1. Muchas instalaciones de calefacción y de refrigeración se montan en etapas y por lo tanto están frecuentemente sometidas a cambios con el paso del tiempo. Si se prevén limitadores de caudal automáticos en cada circuito secundario, la instalación podrá adquirirse por etapas y no habrá nunca ninguna necesidad de volver a reponer los aparatos ya instalados, si posteriormente se añaden o se cambian secciones de la instalación.
2. La regulación de la presión diferencial provee a las válvulas de regulación de los circuitos secundarios de unas condiciones óptimas de funcionamiento a todos los niveles de demanda y permite a las válvulas trabajar eficazmente dentro de los límites de sus condiciones de trabajo.
3. La regulación de presión diferencial y limitación de caudal combinadas en todos los circuitos secundarios es el método ideal para regular una red de distribución. Con ello se consigue en todo momento una regulación exacta del caudal y de las presiones diferenciales. Las válvulas de regulación automáticas permiten por esto afinar los límites al proyectar una instalación de calefacción o de refrigeración y trabajar después con un elevado nivel de eficacia.

8.

Detalles de los aparatos

Introducción:

SAMSON ha invertido en el proyecto y fabricación de las válvulas reguladoras de presión diferencial, limitadoras de caudal y válvulas reguladoras combinadas más de 50 años. Estas válvulas reguladoras especiales se desarrollaron para satisfacer los requisitos de proyectos de calefacción y de refrigeración, que disponen de una sala de calderas o de máquinas central y una red de distribución.

Aplicaciones típicas son hospitales, escuelas, edificios públicos, bloques de pisos, oficinas, centros comerciales, hoteles, centros de ocio, servicios de fábricas y muchas otras.

Dimensionado de válvulas:

Una vez determinado el tipo de válvulas de regulación que se precisa para una aplicación particular, es necesario seleccionar el tamaño correcto de la válvula para las condiciones de trabajo específicas que existen en el lugar de montaje.

Las válvulas limitadoras de presión diferencial y de caudal deben dimensionarse siempre para las condiciones previstas (demanda máxima) en la instalación. Sin embargo, debido a las elevadas presiones diferenciales que prevalecen en las redes de distribución extensas, prestarse atención en no elegir válvulas demasiado pequeñas, por ejemplo, varios tamaños inferiores a las tuberías correspondientes. En teoría, puede ser que las válvulas pequeñas sean capaces de dejar los caudales requeridos, pero si las velocidades en las bocas son muy superiores a 2 m/seg, puede dar lugar a problemas de ruidos. Por lo tanto es aconsejable escoger válvulas con velocidades en las bocas que sean normalmente inferiores a 2 m/seg, aunque en algunos casos estén teóricamente sobredimensionadas. Para aliviar en parte este problema se pueden suministrar en muchos casos válvulas con piezas interiores de paso reducido, lo que hace posible adaptarlas razonablemente.

También es importante asegurarse que se disponga de suficiente presión diferencial en la red de distribución para accionar las válvulas de regulación seleccionadas. Hay que tener por lo tanto presente, que las válvulas automáticas limitadoras de caudal tienen dos pérdidas de presión, una a través del asiento/obturador y otra a través del diafragma medidor. Esta última es normalmente del orden de 20 KPa. Si no se dispone de suficiente presión diferencial para accionar las válvulas de regulación instaladas, habrá que aumentar la elevación de presión de la bomba en un valor adecuado. Un exceso de elevación de presión de la bomba no representa normalmente ningún problema, puesto que será absorbido automáticamente por las válvulas de regulación.

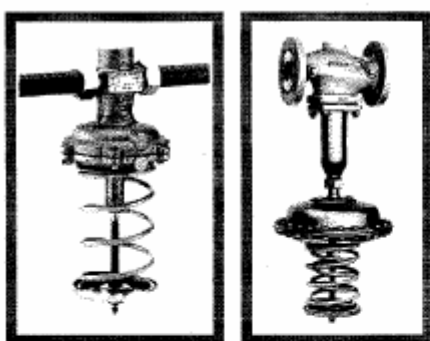
Selección de la válvula:

La gama completa de válvulas reguladoras de presión diferencial, limitadoras de caudal y combinadas SAMSON se divide en dos amplios apartados:

1. Válvulas de regulación con cuerpo de latón, bronce y extremos roscados o con enlaces, en los tamaños de ½" a 2".
2. Válvulas reguladoras de fundición gris, acero fundido y acero inoxidable, con conexión por bridas, en los tamaños de 15 a 250 mm.

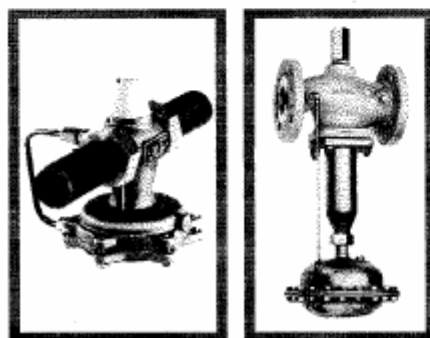
En las tablas puestas a continuación figuran resumidos los detalles de la gama básica de las válvulas. También pueden suministrarse distintas válvulas especiales, principalmente para aplicaciones, en las que sea conveniente regular más de un parámetro con una sola válvula de regulación.

VALVULAS REGULADORAS DE PRESION DIFERENCIAL



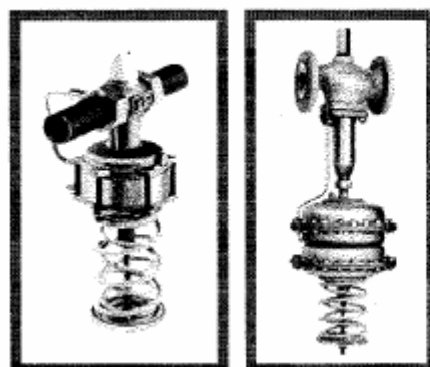
TIPOS	45-2 y 45-4	42-24 y 42-24B
TAMAÑOS	1/2" A 2"	15 mm a 250 mm
MAT. DEL CUERPO	BRONCE	FUND GRIS, ACERO FUNDIDO Y ACERO INOX
CONEXIONES	ENLACES	BRIDAS
TEMPERATURA MAX	140°C	220°C
PRESIONES NOMINALES	25 BAR	16.25 y 40 BAR
MARGENES DE REGULACION	0.1 a 4.0 BAR	0.05 a 10 BAR
HOJAS TECNICAS	T 3024 E	T 3003 E

VALVULAS REGULADORAS LIMITADORAS DE CAUDAL



TIPOS	45-9	42-36
TAMAÑOS	1/2" A 2"	15 mm a 250 mm
MAT. DEL CUERPO	BRONCE	FUND GRIS, ACERO FUNDIDO Y ACERO INOX
CONEXIONES	ENLACES	BRIDAS
TEMPERATURA MAX	140°C	220°C
PRESIONES NOMINALES	25 BAR	16.25 y 40 BAR
MARGENES DE REGULACION	0.003 a 2.8 l/s	0.014 a 61 l/s
HOJAS TECNICAS	T 3028 E	T 3015 E

VALVULAS REGULADORAS DE PRESION DIFERENCIAL Y LIMITADORAS DE CAUDAL



TIPOS	46-7 y 47-1	42-37 y 42-39
TAMAÑOS	1/2" A 2"	15 mm a 250 mm
MAT. DEL CUERPO	BRONCE	FUND GRIS, ACERO FUNDIDO Y ACERO INOX
CONEXIONES	ENLACES	BRIDAS
TEMPERATURA MAX	140°C	220°C
PRESIONES NOMINALES	25 BAR	16.25 y 40 BAR
MARGENES DE REGULACION	0.003 a 2.8 l/s 0.2 a 2 BAR	0.014 a 61 l/s 0.05 a 10 BAR
HOJAS TECNICAS	T 3031 E	T 3017 E

