

Hidráulica

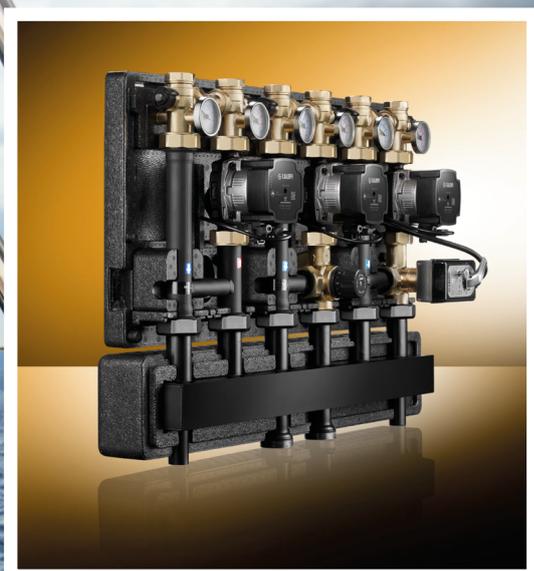
CALEFFI
Hydronic Solutions

7

PUBLICACIÓN PERIÓDICA DE INFORMACIÓN TÉCNICO-PROFESIONAL

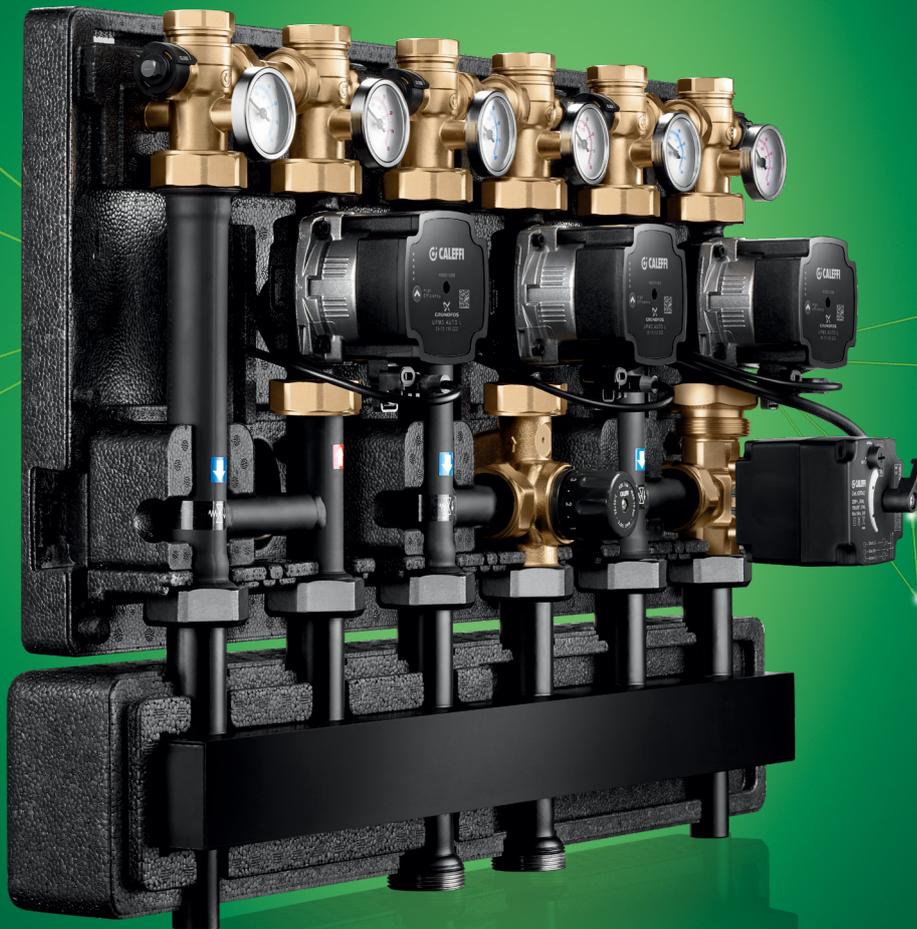
Febrero 2022

La regulación de los sistemas



COLECTORES + GRUPOS

**SENCILLEZ +
EFICIENCIA =
AHORRO**



Fácil instalación, distribución eficiente y ahorro energético. Gracias a las diferentes posibilidades de configuración y las reducidas dimensiones, el **colector de la serie 550** y los **grupos de circulación de la serie 165-166-167** son el mejor sistema para gestionar la calefacción y la refrigeración en los sistemas modernos de bomba de calor. **GARANTIZADO CALEFFI.**



EDITORIAL

Mi agradecimiento al ingeniero Mario Doninelli

Escribir y escribir bien son dos cosas distintas, que producen efectos diferentes. Solo desde lejos, desde lo alto, dos páginas escritas se parecen. La misma historia cambia, y mucho, si la relata un buen narrador o uno mediocre. Una trama interesante en manos de un escritor mediocre pierde fuerza y vigor, así como una historia nimia, en manos de un buen escritor, llega a encantar y enganchar.



El ingeniero Mario Doninelli, a lo largo de sus numerosos años de actividad en Caleffi, nos demostró qué es escribir bien. Garbo y precisión, saber técnico y, por qué no, elegancia. Claridad, sobre todo la claridad que surge de un conocimiento profundo. Hizo literatura técnica, si así se puede llamar. Del artículo para la revista a la documentación técnica: ya desde las primeras líneas se intuye si lleva su firma: por la elección de las palabras, por las imágenes debajo de las palabras, por la fluidez de las frases. El garbo de la precisión y la precisión del garbo.

En mi opinión, saber escribir con claridad y brío sobre temas técnicos es un arte. Precisamente como es un arte la de un buen profesor que te lleva a apasionarte por su asignatura.

Creo que no estoy equivocado al decir que una parte de los resultados de Caleffi están relacionados con la forma en que se explican y, literalmente, se entregan a quien los tiene que utilizar. Un producto perfecto, si no se comunica adecuadamente, es como un cuadro bonito medio tapado por una lona, colgado mal o fuera de lugar.

El vínculo entre técnica pura y técnica aplicada siempre le quedó muy claro a Mario, que en su vida supo echar mano de las mismas a varios niveles, dominando sus diferentes formas: del estudio de diseño hasta estar detrás de un mostrador y delante del instalador para hablar con él del objeto, los trucos y la práctica de su utilización, su realidad concreta.

Normalmente, una escritura bonita y fuerte brota de una bella persona, fuerte, ingeniosa e irónica, culta, curiosa, que nunca se da por satisfecha. El ingeniero Doninelli es una persona que a lo largo de los años estuvo muy cerca de mi padre Franco, de mi tío Dante Bonini y de mí, en nuestro trabajo y algo más.

Conservo algunas cartas de su puño y letra, que recibí en momentos en que realmente necesitaba una carta: una forma de cercanía antigua y bonita, rara y caída en desuso, para expresar su opinión, negro sobre blanco, con la fuerza serena que tiene un pensamiento cuando se pone (para siempre) por escrito.

Por todo ello, todo nuestro agradecimiento y el mío personal al ingeniero Mario Doninelli. Con la certeza de que nuestra revista y la comunicación técnica Caleffi seguirán marcados por su estilo claro y transparente, sus indicaciones y sus enseñanzas.

El Presidente



Idraulica/Hidráulica
Publicación registrada ante el
Tribunal de Novara
con el n. 26/91 el 28/9/91

Copyright Hidráulica Caleffi.
Reservados todos los derechos.
Prohibida la reproducción o
difusión, parcial o total, de esta
publicación sin autorización por
escrito del Editor.

CALEFFI S.P.A.
S.R. 229, N. 25
28010
Fontaneto d'Agogna (Novara)
Tel. +39 0322-8491
Fax +39 0322-863305
info@caleffi.com
www.caleffi.com

ESPAÑA
COAL SOLUTIONS
(Grupo Vasco Catalana)
Tel. +34 93 633 34 70
Fax +34 93 662 85 35
pedidos@coalsolutions.net
tecnico@coalsolutions.net

AMÉRICA DEL SUR
Tel. +598 94 419551
latinoamerica@caleffi.com

ÍNDICE

- 5** LA REGULACIÓN DE LOS SISTEMAS
- 6** EVOLUCIÓN DE LA REGULACIÓN
 - Los sistemas de regulación automática
 - Las válvulas de regulación
- 7** - LAS VÁLVULAS DE REGULACIÓN EN LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO
- 8** VÁLVULAS DE 2 Y 3 VÍAS
 - Válvula de 2 vías
 - Válvula de 3 vías
- 9** TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS DE VÁLVULAS
 - Válvula de globo
 - Válvula de sector
- 10** CARACTERÍSTICAS DE LAS VÁLVULAS DE REGULACIÓN
 - La curva característica
 - Métodos de caracterización
- 12** TIPOLOGÍAS DE CARACTERIZACIÓN
 - Característica de regulación lineal
 - Característica térmica de los intercambiadores
 - Característica de regulación equiporcentual
- 14** DIMENSIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS DE REGULACIÓN: LA AUTORIDAD DE LAS VÁLVULAS
 - En detalle: efecto de la autoridad de las válvulas de regulación
 - Regulabilidad
 - Fugas
- 17** SERVOMOTORES PARA VÁLVULAS DE REGULACIÓN
 - Servomotores con mando de 3 puntos
 - Servomotores proporcionales
 - Circuitos de regulación
- 20** CIRCUITO LIMITADOR
- 22** CIRCUITO DE DESVIACIÓN
- 24** CIRCUITO DE MEZCLADO
- 26** CIRCUITO DE INYECCIÓN CON VÁLVULA DE 2 VÍAS
- 28** CIRCUITO DE INYECCIÓN CON VÁLVULA DE 3 VÍAS
- 30** DIMENSIONAMIENTO DEL CIRCUITO LIMITADOR (2 VÍAS) Y DE DESVIACIÓN (3 VÍAS)
- 32** DIMENSIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE MEZCLADO
- 34** DIMENSIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE INYECCIÓN CON VÁLVULA DE 2 O 3 VÍAS
- 36** EL TRATAMIENTO DEL AGUA EN LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

LA REGULACIÓN DE LOS SISTEMAS

Ings Mattia Tomasoni y Elia Cremona

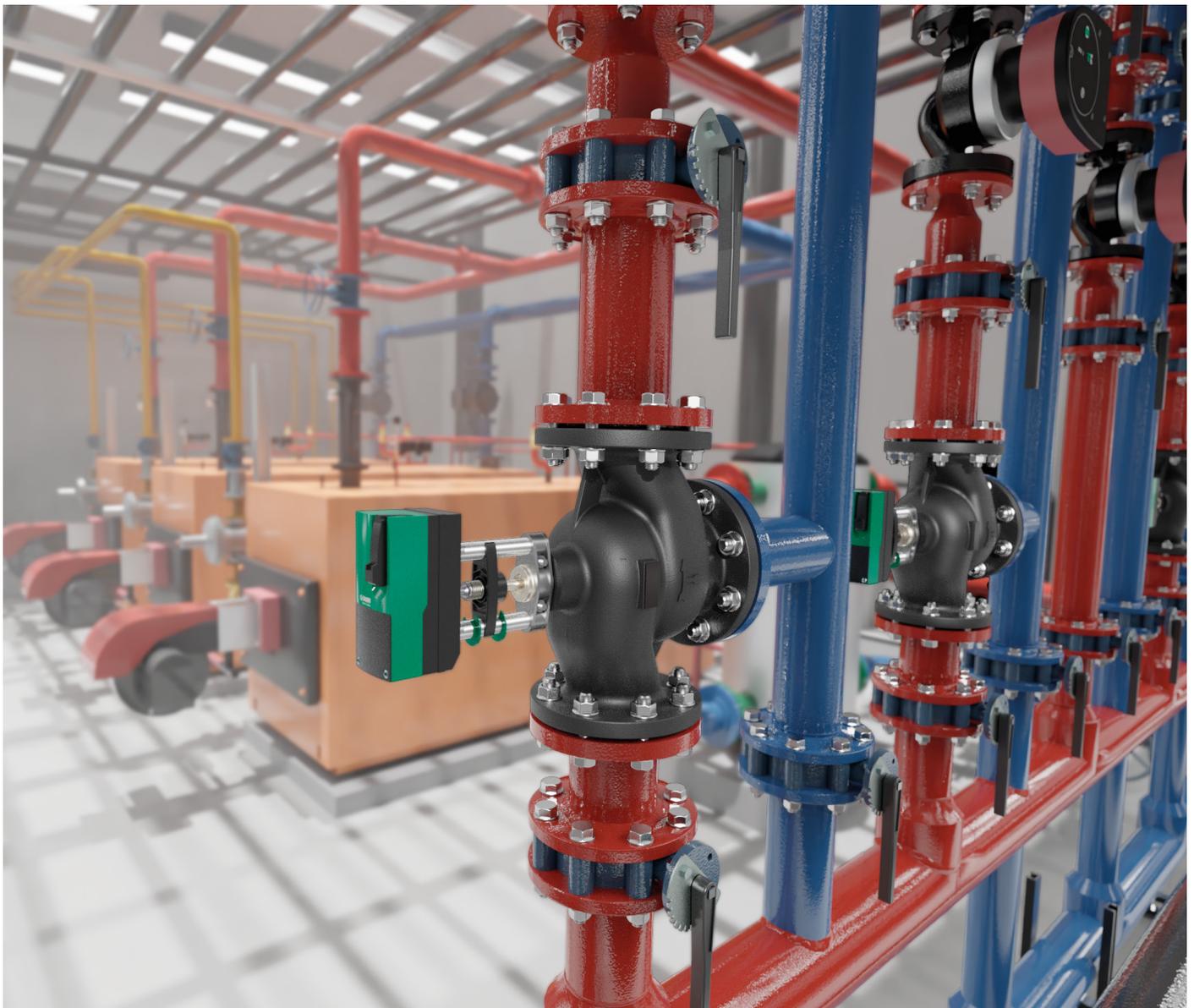
En este número de Hidráulica trataremos algunos aspectos fundamentales relacionados con la regulación de los sistemas de climatización. La regulación es un tema muy amplio que se desarrolla en distintos ámbitos y sectores: examinaremos especialmente las aplicaciones de algunos dispositivos, es decir las válvulas de regulación que, a través de controles oportunos, permiten mantener el confort térmico así como reducir el gasto energético de los edificios.

En la primera parte de la revista trataremos brevemente la evolución de las válvulas de regulación, para concentrarnos primero en su papel en el interior de los sistemas y analizar sus tipologías y las peculiaridades constructivas que las caracterizan.

Luego se presentarán los circuitos de regulación más utilizados: por cada uno analizaremos el principio de funcionamiento y sus correctas configuraciones de instalación junto con las variantes más extendidas.

También se propondrán algunas aplicaciones a través de la utilización de esquemas ilustrados.

Por último, veremos los criterios a adoptar para el dimensionamiento de las válvulas de regulación, un aspecto muy importante para garantizar las correctas condiciones de trabajo de estos componentes. A través de algunos ejemplos, se presentarán tanto métodos de cálculo analíticos como métodos gráficos, más sencillos y rápidos, basados en la utilización de diagramas específicos.

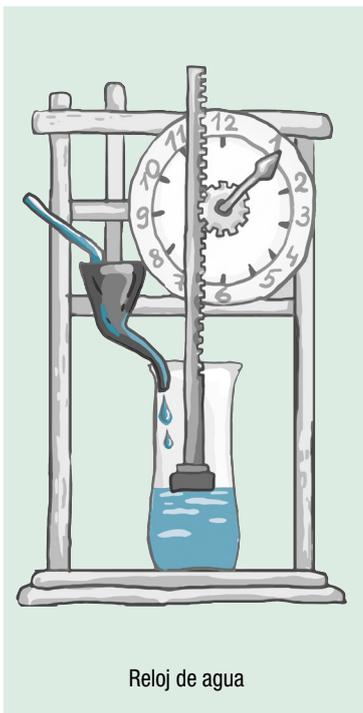


EVOLUCIÓN DE LA REGULACIÓN

LOS SISTEMAS DE REGULACIÓN AUTOMÁTICA

A lo largo de la historia, el hombre siempre tuvo la necesidad de dirigir y controlar procesos que lo ayudaran en el desarrollo en sus quehaceres cotidianos. Esta necesidad llevó al desarrollo cada vez más preciso de sistemas de regulación automática (llamados también controles automáticos), es decir ese conjunto de dispositivos que permiten controlar máquinas o sistemas, para lograr un determinado comportamiento deseado. En efecto, este resultado es posible gracias a las continuas acciones correctivas aportadas por los equipos de control. Este es precisamente el fin de dichos sistemas, en los que confiamos cada vez más, también en objetos de uso muy común.

Desde la antigüedad los sistemas de regulación automática encuentran aplicación en varios ámbitos que atañen a la neumática y la hidráulica. Unos ejemplos de controles automáticos primordiales se pueden encontrar en la Antigua Grecia con las máquinas de Herón o en los complejos relojes de agua desarrollados por los Árabes en el siglo X.



Sin embargo, el gran desarrollo de estos sistemas se produjo con la revolución industrial, sobre todo para el control del vapor y los flujos al servicio de las máquinas en los distintos sectores productivos. Precisamente en este contexto se concibieron y formalizaron las teorías en las que sigue basándose el control automático todavía hoy en día.

Por último, la última gran evolución se produjo durante la Segunda Guerra Mundial, sobre todo en campo militar por la necesidad de crear sistemas automáticos de puntería para defensa aérea.

En este trágico contexto se comenzaron a desarrollar y aplicar los circuitos electrónicos para apoyar los sistemas de regulación automática. El desarrollo de estos componentes sigue evolucionando y ha llevado a la introducción de ordenadores y microordenadores con lógicas de control programables, provistos de softwares cada vez más sofisticados, en los que se basan muchos dispositivos que hoy se utilizan a diario.

LAS VÁLVULAS DE REGULACIÓN

Entre los primeros sistemas de regulación diseñados por el ser humano, muchos tienen por objeto controlar los flujos de agua, aprovechando dispositivos de varios tipos, que normalmente se denominan “válvulas de regulación”.

Los orígenes de estas aplicaciones se remontan a la antigüedad, cuando surgió la necesidad de desviar y controlar cursos de agua a través de la utilización rudimentaria de piedras y ramas. Las primeras auténticas aplicaciones de componentes específicos para el control de los flujos de agua se produjeron con el nacimiento y el desarrollo del Imperio Romano. Los antiguos Romanos fueron de los primeros en desarrollar y realizar, con notable refinamiento técnico, unas válvulas de bronce en las que la rotación de un cilindro perforado permitía o impedía el paso del agua por su interior.

Hubo que esperar hasta el Renacimiento para que se produjera una efectiva evolución de estos componentes al menos a nivel teórico y los estudios de Leonardo da Vinci lo acreditan.



Antiguas válvulas romanas

Con la revolución industrial las válvulas se desarrollaron en las formas que conocemos. En este ámbito, gracias a las nuevas tecnologías en el mecanizado de los metales y exhaustivos estudios teóricos, se inició la fabricación de los componentes que seguimos utilizando hoy en día en su forma cada vez más evolucionada.



Válvula de regulación moderna

LAS VÁLVULAS DE REGULACIÓN EN LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

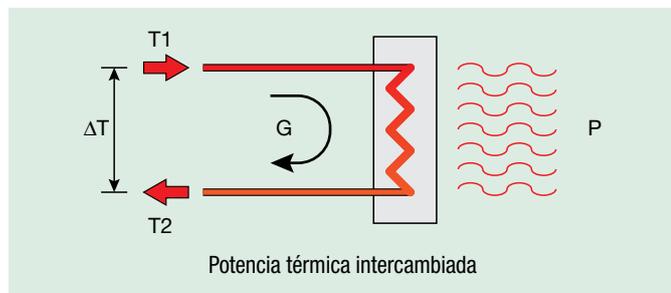
El fin de los sistemas de calefacción y refrigeración, por sencillos o complejos que sean, es garantizar unas condiciones adecuadas de confort en los espacios. Para alcanzar este objetivo, el sistema y todos los circuitos de los que consta deben poder regular la emisión de la correcta cantidad de energía térmica, según la necesidad real. Hay varios factores que dificultan la consecución de esta condición como, por ejemplo, la variación de la temperatura exterior u otros fenómenos (variaciones de carga, grado de concurrencia, radiación solar, etc.). Por lo tanto, es necesario compensar de forma continuada el efecto de dichos factores, actuando mediante oportunos dispositivos, es decir las válvulas de regulación. Estos dispositivos se utilizan para llevar y mantener el sistema en la condición deseada, estando oportunamente controlados.

En otras palabras, hay que controlar la potencia emitida en un circuito de calefacción (o refrigeración) y, para ello, es importante conocer de qué magnitud depende. Si se utiliza agua como fluido caloportador, la potencia térmica se puede expresar de forma simplificada como:

$$P = G \cdot \Delta T$$

donde: P = potencia térmica intercambiada, kcal/h
 G = caudal volumétrico, l/h
 ΔT = diferencial térmico, °C

Por lo tanto, la potencia térmica intercambiada es directamente proporcional al caudal y al diferencial térmico.



De la fórmula anterior, resulta evidente que variar el caudal es un método eficaz para controlar la potencia emitida. En cambio, un segundo método consiste en controlar el diferencial térmico. Esto se puede hacer actuando en la temperatura resultante de la mezcla de dos flujos, uno caliente y el otro más frío, al variar adecuadamente sus caudales.

Una válvula de regulación es un dispositivo que, gracias a particulares soluciones constructivas, hace variar adecuadamente el flujo que pasa por la misma. Esto es posible por la capacidad de modificar la sección de paso de la válvula en un intervalo entre su apertura completa y su cierre completo. Normalmente un servomotor se encarga de esta acción.

Las válvulas de regulación son componentes que suelen formar parte de un sistema de regulación automática. El estudio de esta materia es especialmente amplio y complejo, pero simplificando mucho se puede decir que un sistema de regulación automática siempre está integrado por tres elementos fundamentales:

- El sensor de medida: es un dispositivo capaz de medir la magnitud que se desea controlar, por ejemplo, los sensores de temperatura.
- El controlador o regulador: su cometido es comparar la señal recibida del sensor y el valor deseado de la magnitud a controlar. En base a esta comparación, valiéndose de una lógica específica, el regulador establece cómo se debe accionar el órgano de regulación. Un ejemplo típico es el termostato.
- El órgano de regulación: es un dispositivo que, adecuadamente accionado por el regulador, permite corregir la magnitud a regular, con el fin de llevarla al valor deseado. Un ejemplo son las válvulas de regulación, con sus servomotores, en un sistema de calefacción.

Para comprender mejor estos conceptos, podemos analizar la similitud con el plato de una balanza de resorte.



En este sistema se debe controlar el nivel del plato móvil para que alcance una determinada marca del indicador de nivel. Esta acción es posible por una serie preestablecida de pesos que el operador (control) coloca o retira de la balanza (órgano de regulación), según lo que mida visualmente el indicador de nivel (sensor).

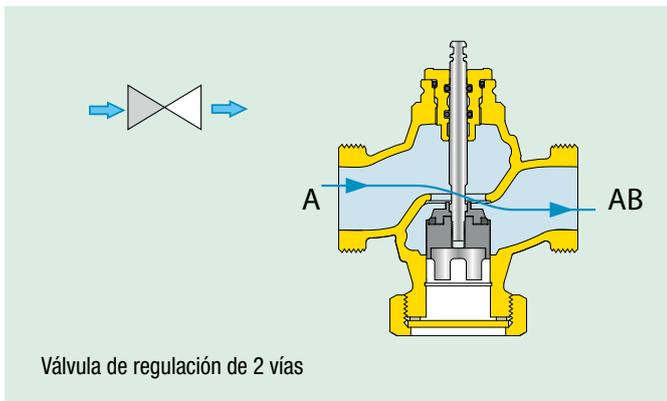
Por analogía, tal y como al añadir pesos a la balanza o retirarlos cambia el nivel, la apertura o el cierre de una válvula de regulación modifica el caudal que pasa por la misma.

VÁLVULAS DE REGULACIÓN DE 2 Y 3 VÍAS

VÁLVULAS DE 2 VÍAS

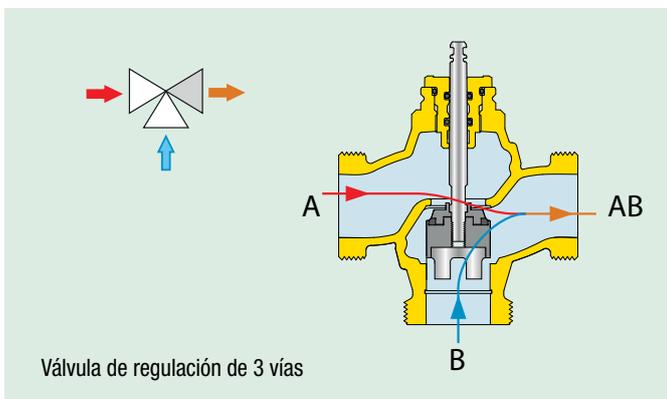
Las válvulas de dos vías tienen una entrada y una salida. Por convención, la entrada se indica con la letra "A" y la salida con las letras "AB".

Básicamente constan de un cuerpo de la válvula y un obturador que, con su movimiento, varía la luz de paso interna, oponiendo por lo tanto más o menos resistencia al flujo. Con estas características, las válvulas de dos vías son idóneas para controlar el caudal en los circuitos hidráulicos.



VÁLVULAS DE 3 VÍAS

En las válvulas de tres vías, una de ellas, llamada "común" e indicada con las letras "AB", permanece siempre abierta. Las otras dos vías, "A" y "B", también llamadas "independientes", pueden estar parcialmente abiertas o cerradas según el movimiento del obturador. Están realizadas de modo tal que a la apertura progresiva de una de las dos vías independientes le corresponde el cierre de la otra, y viceversa.

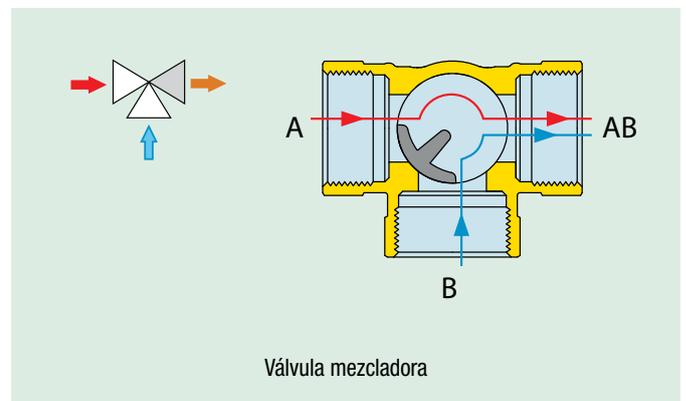


Por lo tanto, a una apertura de la vía de paso entre "A" y "AB" le corresponde un cierre de la vía entre las puertas "B" y "AB".

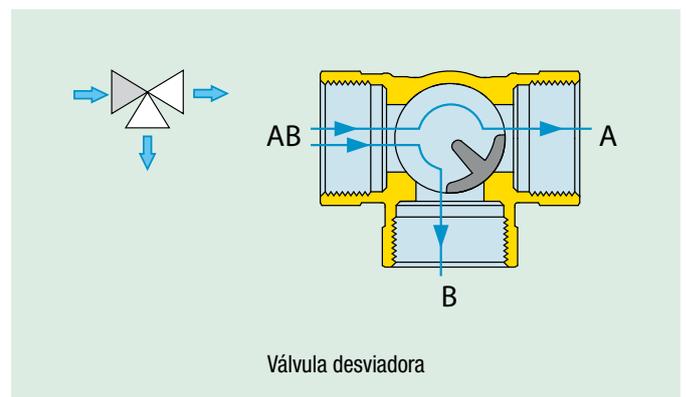
Estas válvulas pueden tener configuraciones diferentes, según las direcciones de los flujos entre las tres vías.

Si la válvula tiene dos entradas y una salida, se llama válvula mezcladora.

En esta configuración, como sugiere su propio nombre, la posición del obturador varía los flujos entrantes por las vías "A" y "B" que se unen en un único flujo que sale a través de la puerta común "AB". Esto permite regular el porcentaje de mezclado de los flujos entrantes, pasando de un flujo proveniente solo de la vía "A" a uno que entre únicamente por la vía "B". Las posiciones intermedias del obturador establecen distintos porcentajes de mezclado de los flujos entrantes.



Esta configuración se utiliza principalmente para las regulaciones de temperatura, aprovechando el mezclado de flujos entrantes a temperaturas distintas para lograr la temperatura deseada a la salida.



En cambio, si la válvula presenta una entrada y dos salidas, se denomina válvula desviadora. En este modo de funcionamiento, el flujo proveniente de la vía común "AB" se desvía hacia las vías "A" o "B". Las posiciones intermedias del obturador determinan una relación precisa de división del flujo entre las dos vías de salida.

Gracias a este modo de funcionamiento, las válvulas de tres vías en configuración desviadora se utilizan para controlar el caudal, pero sin variar el flujo que entra en la válvula.

TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS DE VÁLVULAS

En general, existen muchas variantes, según la aplicación. Para poner el foco en la regulación, vamos a dejar de lado las válvulas menos aptas para este fin, como las válvulas de mariposa o diafragma.

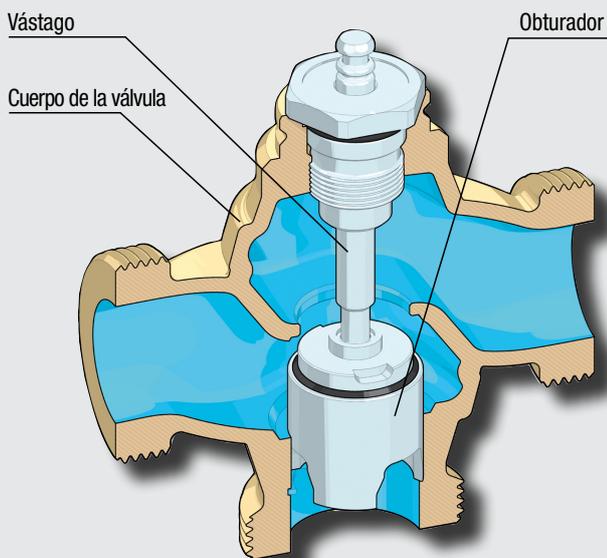
Casi todas las válvulas de regulación se dividen principalmente en válvulas de globo (también llamadas de obturador) o de sector.

Además, cabe mencionar el caso muy especial de la válvula de bola: tradicionalmente esta tipología se utiliza para cortar el flujo, pero mecanizando oportunamente el orificio de paso, algunos fabricantes han logrado volverla apta para la regulación.

A continuación podemos resumir las principales características de las dos tipologías constructivas de las válvulas de regulación más extendidas:

VÁLVULAS DE GLOBO

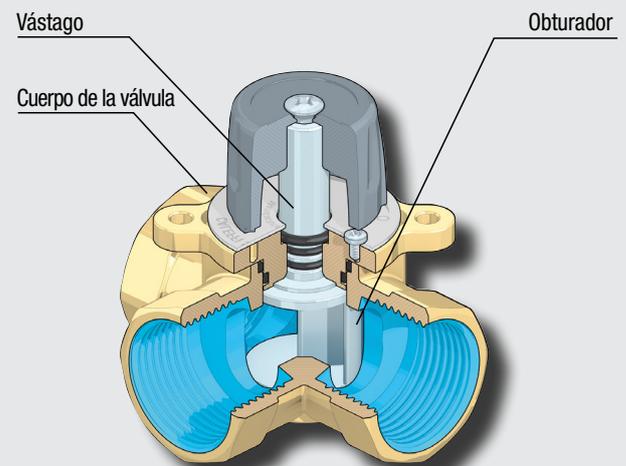
En estas válvulas el obturador presenta un movimiento lineal gracias a la conexión mecánica con un órgano móvil llamado vástago.



- Requieren más espacio de montaje
- Tienen características de regulación más precisas
- Presentan fugas limitadas
- Pueden alcanzar una elevada resistencia a la presión estática

VÁLVULAS DE SECTOR

En estas válvulas el obturador gira sobre su propio eje abriendo adecuadamente las aberturas de paso de la válvula. Por lo tanto, el movimiento es rotativo.



- Son compactas
- La característica de regulación es menos precisa
- Están más sujetas a fugas
- Tienen una resistencia limitada a la presión estática

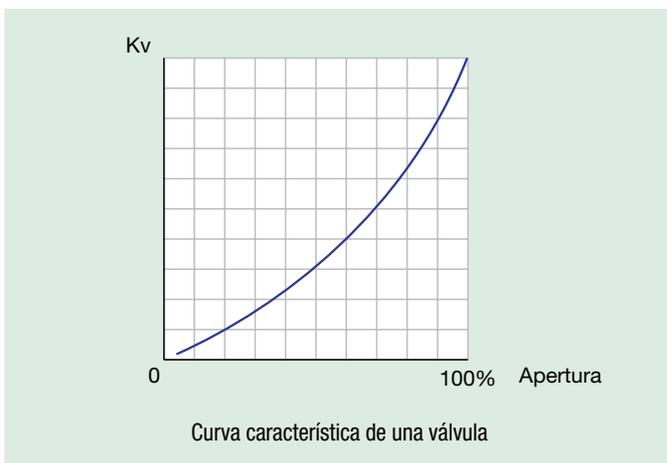
CARACTERÍSTICAS DE LAS VÁLVULAS DE REGULACIÓN

Vamos a analizar las principales propiedades de las válvulas de regulación, intentando destacar las soluciones constructivas que les aportan prestaciones eficaces.

LA CURVA CARACTERÍSTICA

La curva característica de una válvula de regulación define el modo en que la misma regula el caudal al variar el grado de apertura, es decir al variar el recorrido de su obturador. Los fabricantes obtienen experimentalmente unas curvas, como la que aparece en el gráfico siguiente, que indican el valor de K_v de la válvula al variar el recorrido del obturador.

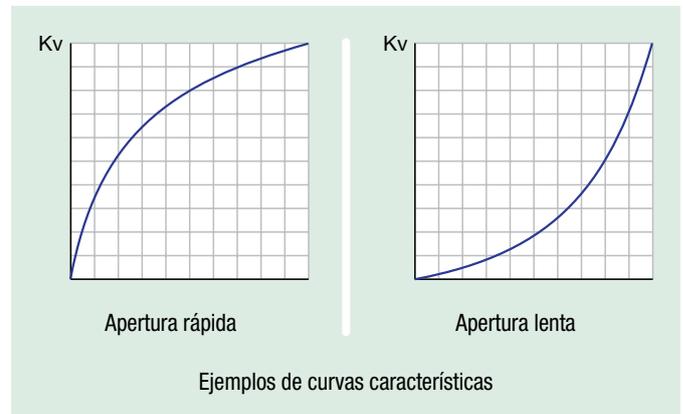
Gracias a este diagrama, es posible calcular las pérdidas de carga en cualquier condición de funcionamiento de la válvula. Por esta razón se denomina curva característica de la válvula de regulación.



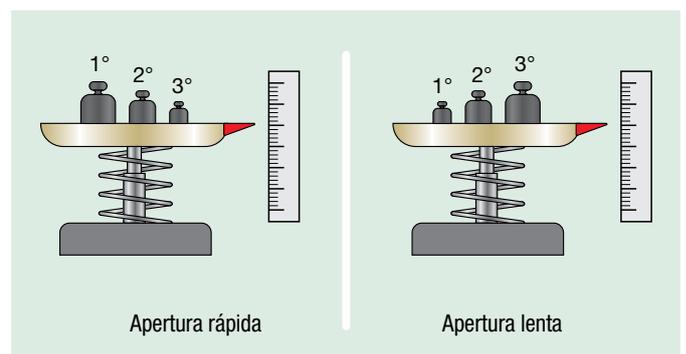
En general, unas curvas características similares, típicas de válvulas iguales pero de tamaño distinto, se agrupan en un único diagrama que indica el valor K_v/K_{vs} al variar el grado de apertura (K_{vs} se refiere al valor de K_v estando la válvula totalmente abierta).

Analizando las curvas características es fácil intuir el funcionamiento de estos dispositivos:

- las válvulas fabricadas para lograr una apertura rápida en la primera parte de su recorrido presentan curvas muy verticales al principio que tienden a achatarse después. Por consiguiente, unos componentes de este tipo permiten el paso de gran parte del caudal máximo ya desde un bajo grado de apertura.
- Las válvulas con característica de apertura lenta presentan curvas planas al principio que se van volviendo cada vez más verticales. Así, unos bajos grados de apertura corresponden a caudales limitados respecto al flujo en condición de apertura total.



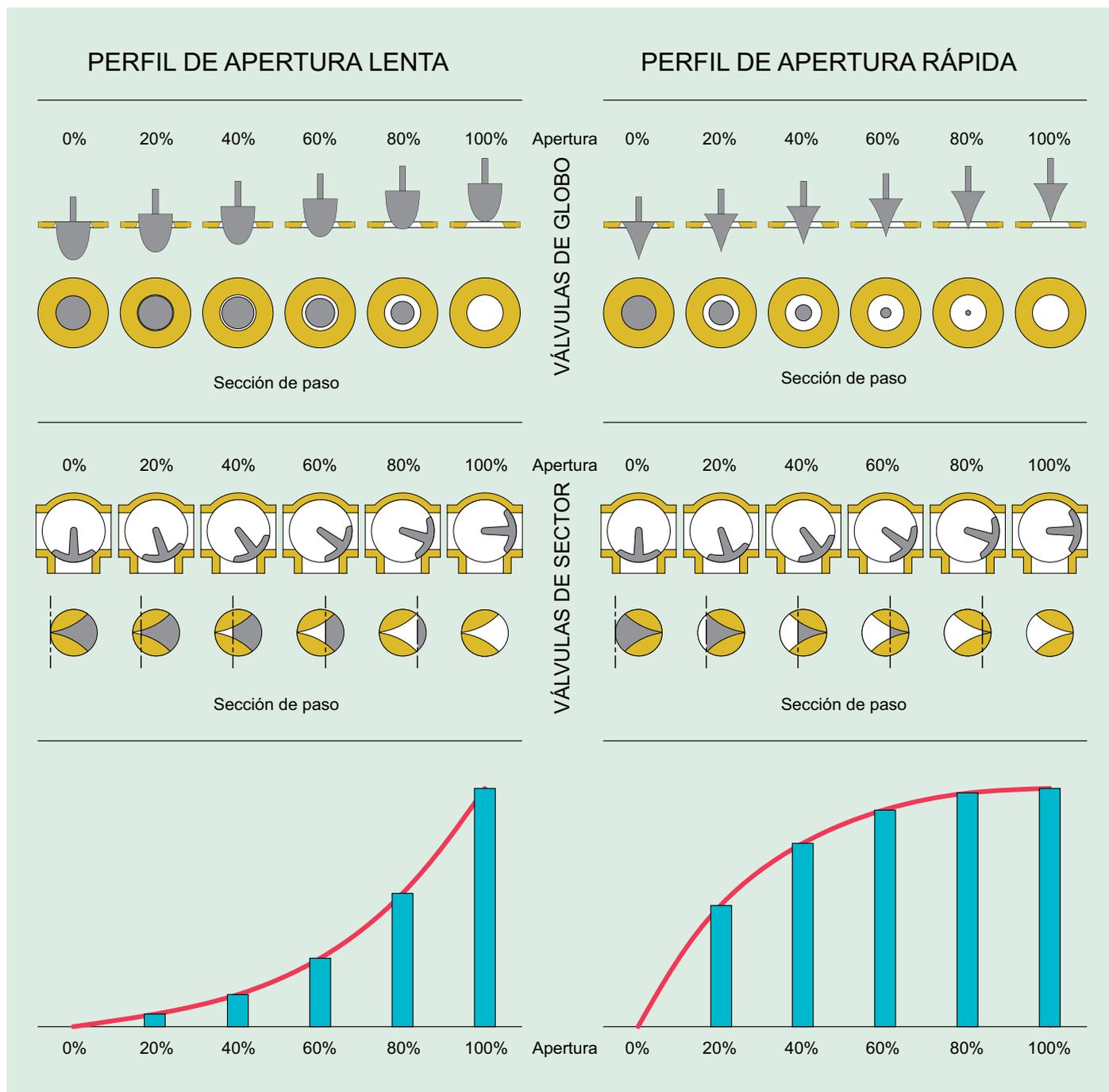
Retomando la analogía entre la regulación del caudal por medio de una válvula y el nivel alcanzado por la balanza, la característica de la válvula se puede representar como un conjunto de pesos a disposición del operador. Suponiendo que los pesos se puedan utilizar siguiendo un orden establecido, una válvula de apertura rápida se puede asociar a la utilización primero de pesos de masa elevada y luego progresivamente más ligeros. Así, los primeros pesos colocados en la balanza provocan un fuerte desplazamiento, que se reduce cada vez más al añadir los últimos. En cambio, una válvula de apertura lenta se puede representar con la situación contraria, es decir colocando en la balanza pesos cada vez más pesados.



MÉTODOS DE CARACTERIZACIÓN

Las válvulas de regulación se pueden construir para lograr diferentes comportamientos hidráulicos. Esto es posible actuando en las geometrías internas de los componentes durante su diseño y fabricación.

Concretamente, en las válvulas de globo se pueden perfilar adecuadamente los obturadores; en cambio, en las válvulas de sector es posible realizar formas específicas de las secciones de paso según el comportamiento que se desee conseguir.



TIPOLOGÍAS DE CARACTERIZACIÓN

Es fácil intuir que se pueden diseñar perfiles muy diferentes de obturadores o de los asientos y, por consiguiente, lograr distintas caracterizaciones de las válvulas.

En la termostatación las caracterizaciones más extendidas son la característica lineal y la característica equiporcional.

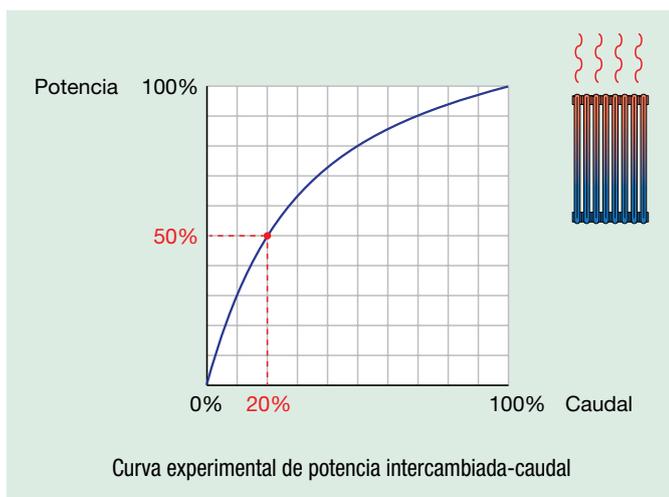
CARACTERÍSTICA TÉRMICA DE LOS INTERCAMBIADORES

En el ámbito de los sistemas de aire acondicionado, el objeto de muchas regulaciones es la potencia térmica intercambiada. En igualdad de otros factores, la misma no es proporcional al caudal que pasa por el intercambiador.

Para comprender mejor este fenómeno, se puede examinar el caso sencillo de un radiador que trabaja a la potencia de diseño. En la tabla se puede observar cómo cambia la potencia térmica emitida por el radiador al disminuir el caudal que pasa por el mismo.

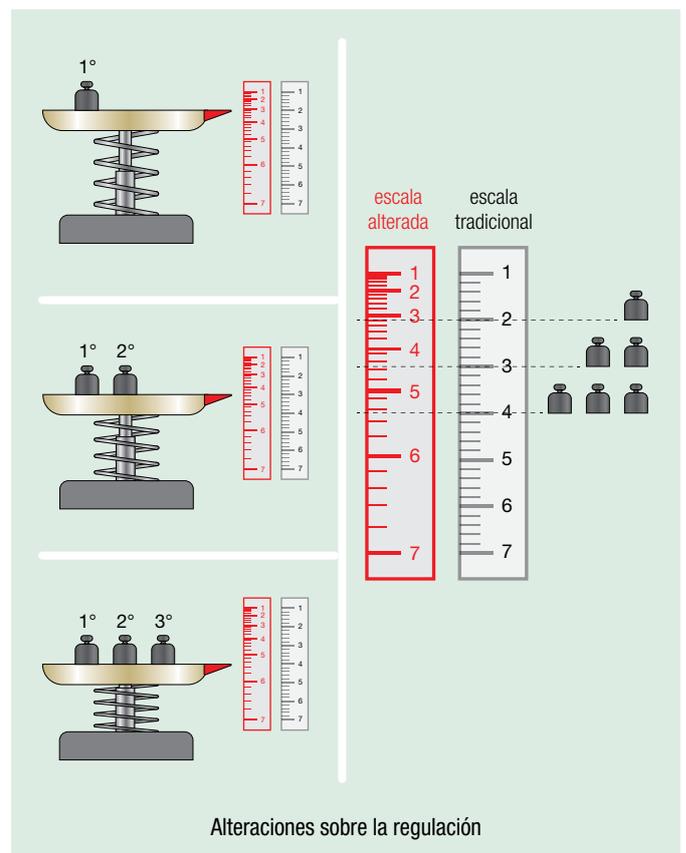
Caudal		Potencia
100 %	→	100 %
90 %	→	96 %
80 %	→	88 %
...	→	...
40 %	→	73 %
30 %	→	64 %

Trasladando esta evolución a un gráfico se obtienen curvas del tipo que se muestra abajo. Se puede observar que al principio, a partir de la condición de plena carga, la reducción del caudal genera una reducción muy limitada de la potencia. Por ejemplo, si se desea conseguir una reducción del 50 % de la potencia emitida, hay que reducir el caudal hasta el 20 % del de diseño. Sin embargo, con caudales más bajos, las prestaciones del radiador caen muy repentinamente.



Con este análisis se puede comprender que una regulación precisa de la potencia térmica es posible solo gracias a un control del caudal preciso y progresivo, utilizando válvulas construidas con una característica adecuada para ello.

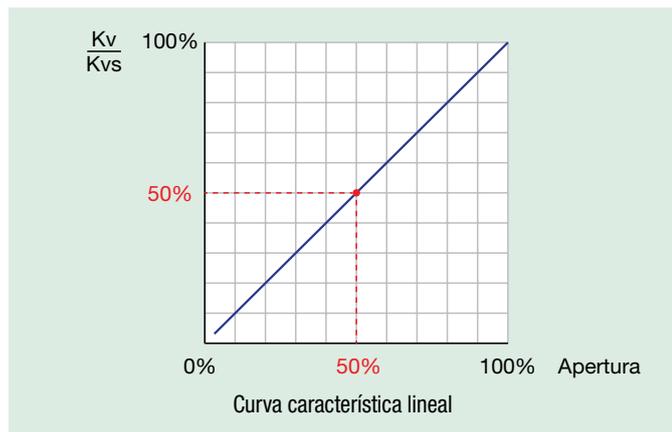
Retomando la analogía de la balanza, la curva de la potencia emitida por el radiador se puede representar como una escala de lectura alterada del indicador de nivel. En esta situación se puede observar que cada peso de masa igual que se añade a la balanza tiene un efecto regulador diferente respecto a la situación tradicional, con la consiguiente dificultad para lograr la posición deseada por el operador.



Este comportamiento es típico para todos los fenómenos de intercambio térmico como fan coils, intercambiadores de calor, tubos radiantes, etc.

CARACTERÍSTICA DE REGULACIÓN LINEAL

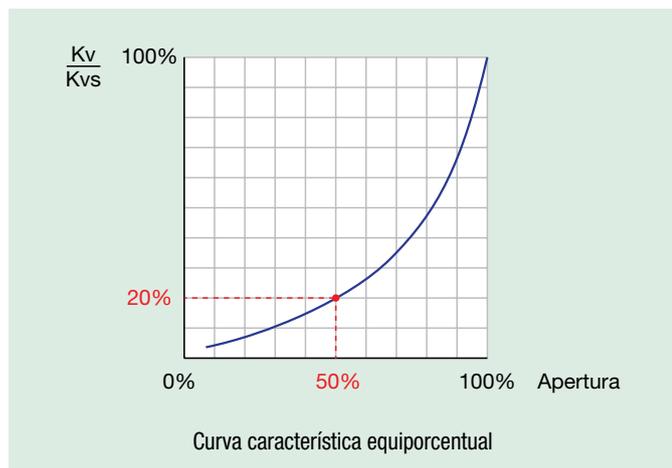
Las válvulas con característica lineal pueden hacer variar el caudal en proporción a su grado de apertura. Por lo tanto, el porcentaje de apertura de la válvula corresponde en igual medida al del caudal que pasa por la misma.



A primera vista, una válvula con característica lineal puede parecer la más adecuada para la regulación: en efecto, se comporta de la misma forma por todo el recorrido. Esto es cierto si el fin que se persigue es únicamente regular el caudal. Sin embargo, utilizando válvulas de este tipo para el control de la potencia térmica, se producirían unas cuantas dificultades de regulación. De hecho, estas válvulas reproducirían el comportamiento típico de los fenómenos de intercambio térmico y, por consiguiente, funcionarían solo con bajos grados de apertura y con escasa eficacia.

CARACTERÍSTICA DE REGULACIÓN EQUIPORCENTUAL

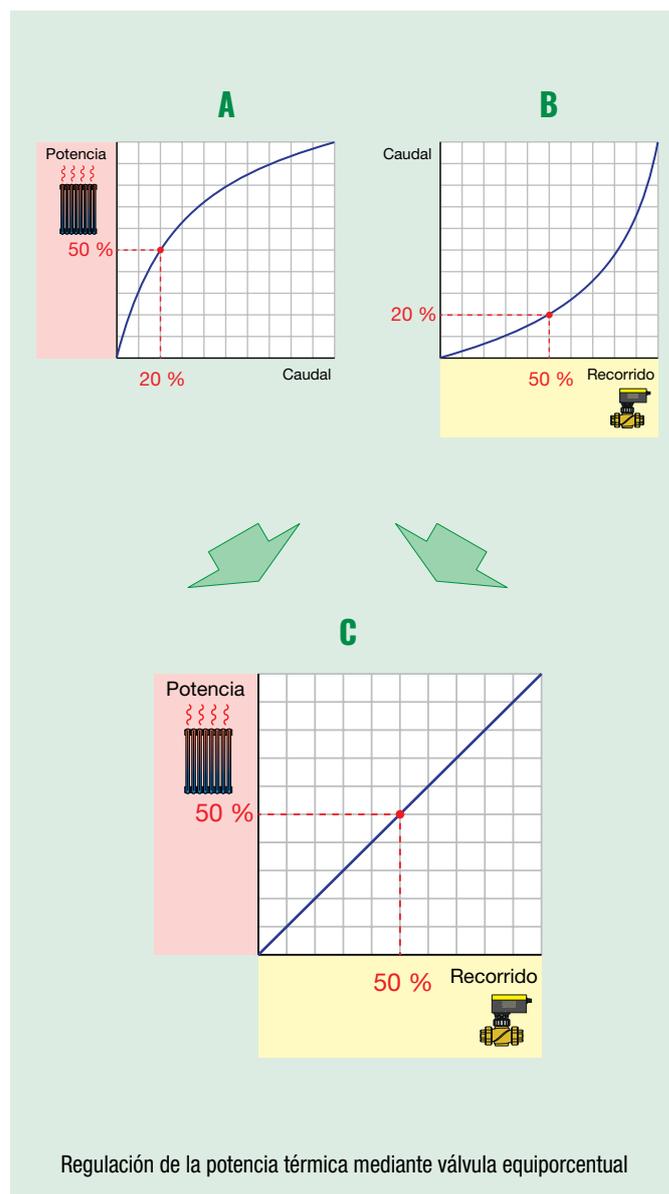
Para compensar la característica térmica de los intercambiadores y mejorar la eficacia de la regulación de la potencia, los fabricantes han diseñado y fabricado válvulas de apertura lenta, generalmente llamadas equiporcentuales.



Las válvulas de este tipo presentan una curva característica muy plana de bajos grados de apertura, pero con una pendiente cada vez mayor al acercarse a la apertura máxima.

En referencia a los diagramas siguientes, se puede observar que la potencia emitida por el radiador se reduce a la mitad cuando por el mismo pasa un caudal equivalente al 20 % del máximo (diagrama A). En la válvula equiporcentual representada, este valor de caudal se alcanza justo en la mitad del recorrido (diagrama B).

Así, como se intuye observando el diagrama resultante (C), la potencia emitida es proporcional al grado de apertura de la válvula. Gracias a esto, las válvulas con característica equiporcentual pueden aprovechar eficazmente todo su recorrido en las aplicaciones donde se requiere el control de la emisión térmica.



DIMENSIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS DE REGULACIÓN: LA AUTORIDAD DE LAS VÁLVULAS

Los dispositivos más comunes de un circuito hidráulico se suelen dimensionar intentando reducir las pérdidas de carga que el propio componente genera. En los últimos años este aspecto se ha tenido en cuenta cada vez más, también debido a una mayor preocupación por el ahorro energético.

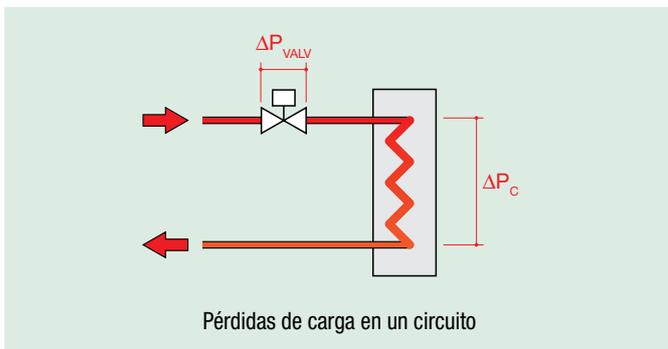
A primera vista se podría pensar en seguir un criterio similar también para el dimensionamiento de las válvulas de regulación, sin embargo (como se verá más adelante) este enfoque podría aportar escasas prestaciones de la válvula y por consiguiente fallos en los sistemas. En este ámbito, hay que tener en cuenta que los sistemas regulados incorrectamente provocan un despilfarro energético muy superior respecto al posible ahorro obtenido por elegir una válvula con bajas pérdidas de carga.

Para comprender mejor el dimensionamiento de una válvula de regulación, es necesario introducir el concepto de autoridad. Esta característica es importante, ya que permite evaluar la capacidad de regular el caudal de la válvula en el interior del circuito hidráulico en el que está instalada, y se puede calcular con la fórmula siguiente:

$$a = \frac{\Delta P_{VÁLV}}{\Delta P_{VÁLV} + \Delta P_C}$$

donde: $\Delta P_{VÁLV}$ = pérdida de carga de la válvula con caudal de diseño (apertura completa)

ΔP_C = pérdidas de carga de todos los componentes del circuito, excepto la válvula



En otras palabras, el valor de la autoridad indica la cantidad de caída de presión de la válvula (totalmente abierta) respecto a las pérdidas de carga totales del circuito (válvula incluida) y esto se traduce en una mayor o menor eficacia al hacer variar el caudal. En efecto, por ejemplo, si la válvula de regulación elegida tuviera pérdidas de carga excesivamente bajas, no podría regular el caudal de forma apreciable en la mayoría de su recorrido de apertura. Empezaría a tener un efecto regulador solo en proximidad de la posición de cierre. Está claro que esta condición no es aceptable, puesto que las prestaciones de regulación serían totalmente insatisfactorias. Para realizar el correcto dimensionamiento de las válvulas de regulación, se puede afirmar que:

- unos valores bajos de autoridad conllevan bajas pérdidas de carga de la válvula (sobredimensionada), pero escasa capacidad de regular el caudal en el interior del circuito;
- unos valores altos de autoridad generan elevadas pérdidas de carga (infradimensionada), pero una eficacia notable en la regulación del caudal.

De estas consideraciones se deduce que es oportuno buscar el compromiso mejor entre las prestaciones de regulación y la reducción de los costes de bombeo. Los valores óptimos de autoridad para ello normalmente son los siguientes:

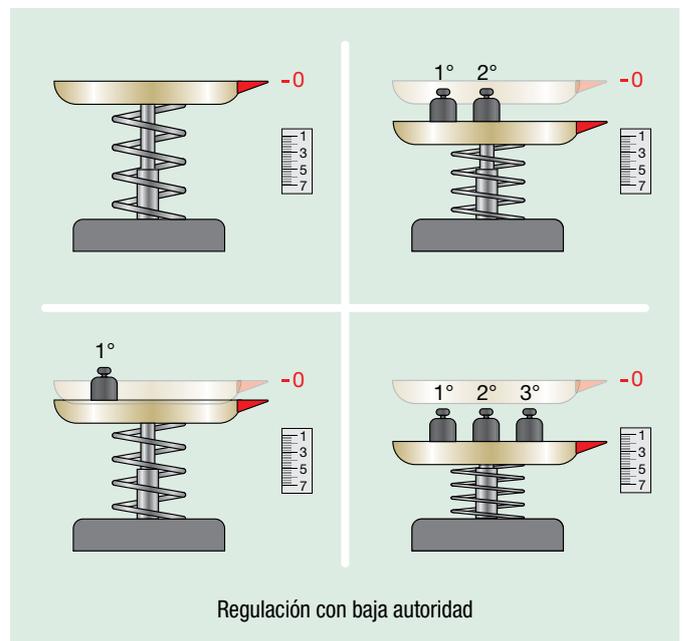
$$a = 0,3 \div 0,5$$

De forma más intuitiva, esto significa que son valores prácticos de dimensionamiento aquellos por los que se produce una pérdida de carga de la válvula equivalente al menos a la mitad de las restantes del circuito o, mejor aún, iguales a las mismas:

$$a \approx 0,3 \rightarrow \Delta P_{VÁLV} \approx 0,5 \cdot \Delta P_C$$

$$a = 0,5 \rightarrow \Delta P_{VÁLV} = 1 \cdot \Delta P_C$$

Por analogía, el comportamiento de una válvula de regulación con baja autoridad descrito anteriormente se puede comparar con una balanza con un recorrido muy largo respecto a su propia escala de regulación. Hasta colocar un número de pesos que permita estar dentro de la escala, el plato de la balanza se mueve sin efecto. Los primeros pesos colocados en el plato no tienen un efecto regulador, precisamente como una válvula sobredimensionada “despilfarra” gran parte de su recorrido útil.



En detalle: efecto de la autoridad de las válvulas de regulación

Para comprender mejor el efecto de la autoridad de las válvulas de regulación, vamos a analizar qué ocurre en un circuito sencillo en el que se desea controlar eficazmente el caudal. Para ello, vamos a evaluar la elección de tres válvulas diferentes, con curva característica lineal, acopladas al mismo circuito.

Válvula A: $Kvs_A = 18 \text{ m}^3/\text{h}$

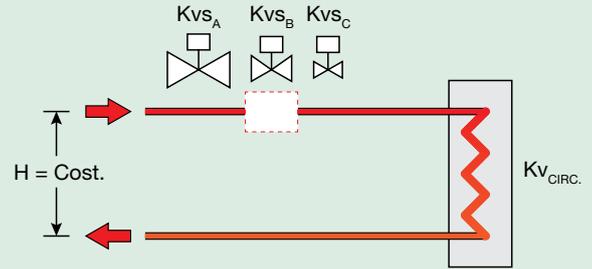
Válvula B: $Kvs_B = 6 \text{ m}^3/\text{h}$

Válvula C: $Kvs_C = 3 \text{ m}^3/\text{h}$

Caudal de diseño: $G = 1500 \text{ l/h}$

Coefficiente de pérdidas de carga del circuito: $Kv_{CIRC} = 6 \text{ m}^3/\text{h}$

Altura manométrica constante disponible: $H = \text{const}$



Se calculan las pérdidas de carga del circuito:

$$\Delta P_{CIRC} = 0,01 \cdot (G/Kv_{CIRC})^2 = 0,01 \cdot (1500/6)^2 = 625 \text{ mm c.a.}$$

Caso A

Se calculan las pérdidas de carga de la válvula A:

$$\Delta P_A = 0,01 \cdot (G/Kv_A)^2 = 0,01 \cdot (1500/18)^2 = 69 \text{ mm c.a.}$$

La autoridad de la válvula es:

$$a_A = \Delta P_A / (\Delta P_A + \Delta P_{CIRC}) = 69 / (69 + 625) = 0,10$$

La altura manométrica disponible para el circuito es:

$$H_A = \Delta P_A + \Delta P_{CIRC} = 69 + 625 = 694 \text{ mm c.a.}$$

Caso B

Se calculan las pérdidas de carga de la válvula B:

$$\Delta P_B = 0,01 \cdot (G/Kv_B)^2 = 0,01 \cdot (1500/6)^2 = 625 \text{ mm c.a.}$$

La autoridad de la válvula es:

$$a_B = \Delta P_B / (\Delta P_B + \Delta P_{CIRC}) = 625 / (625 + 625) = 0,50$$

La altura manométrica disponible para el circuito es:

$$H_B = \Delta P_B + \Delta P_{CIRC} = 625 + 625 = 1250 \text{ mm c.a.}$$

Caso C

Se calculan las pérdidas de carga de la válvula C:

$$\Delta P_C = 0,01 \cdot (G/Kv_C)^2 = 0,01 \cdot (1500/3)^2 = 2500 \text{ mm c.a.}$$

La autoridad de la válvula es:

$$a_C = \Delta P_C / (\Delta P_C + \Delta P_{CIRC}) = 2500 / (2500 + 625) = 0,8$$

La altura manométrica disponible para el circuito es:

$$H_C = \Delta P_C + \Delta P_{CIRC} = 2500 + 625 = 3125 \text{ mm c.a.}$$

A continuación, por cada válvula, se calcula la capacidad de regulación, siendo el grado de apertura del 75 %.

Caso A (75 % apertura)

Se calcula el Kv de la válvula A al 75 % de apertura:

$$Kv_{A(75\%)} = 0,75 \cdot Kvs_A = 0,75 \cdot 18 = 13,5$$

Una vez conocida la altura manométrica disponible para el circuito

H_A , es posible obtener el caudal con la fórmula:

$$H_A = \Delta P_{A(75\%)} + \Delta P_{CIRC(75\%)} = 0,01 \cdot \left(\frac{G_{A(75\%)}}{Kv_{A(75\%)}} \right)^2 + 0,01 \cdot \left(\frac{G_{A(75\%)}}{Kv_{CIRC}} \right)^2$$

por ende:

$$G_{A(75\%)} = 10 \cdot \frac{Kv_{A(75\%)} \cdot Kv_{CIRC}}{\sqrt{Kv_{A(75\%)}^2 + Kv_{CIRC}^2}} \cdot \sqrt{H_A} = 10 \cdot \frac{13,5 \cdot 6}{\sqrt{13,5^2 + 6^2}} \cdot \sqrt{694} = 1445 \text{ l/h}$$

Caso B (75 % apertura)

Se calcula el Kv de la válvula B al 75 % de apertura:

$$Kv_{B(75\%)} = 0,75 \cdot Kvs_B = 0,75 \cdot 6 = 4,5$$

Una vez conocida la altura manométrica disponible para el circuito H_B , es posible obtener el caudal con la fórmula:

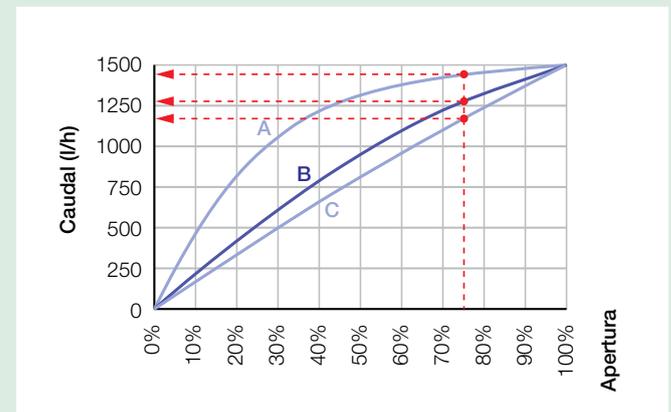
$$G_{B(75\%)} = 10 \cdot \frac{Kv_{B(75\%)} \cdot Kv_{CIRC}}{\sqrt{Kv_{B(75\%)}^2 + Kv_{CIRC}^2}} \cdot \sqrt{H_B} = 10 \cdot \frac{4,5 \cdot 6}{\sqrt{4,5^2 + 6^2}} \cdot \sqrt{1250} = 1273 \text{ l/h}$$

Caso C (75 % apertura)

Caso C al 75 % de apertura procediendo de forma análoga al caso anterior.

$$G_{C(75\%)} = 1177 \text{ l/h}$$

Del mismo modo, se pueden calcular los caudales regulados con distintas aperturas (50 %, 25 % y así sucesivamente), construyendo por cada caso un gráfico representativo como el siguiente.



Consideraciones:

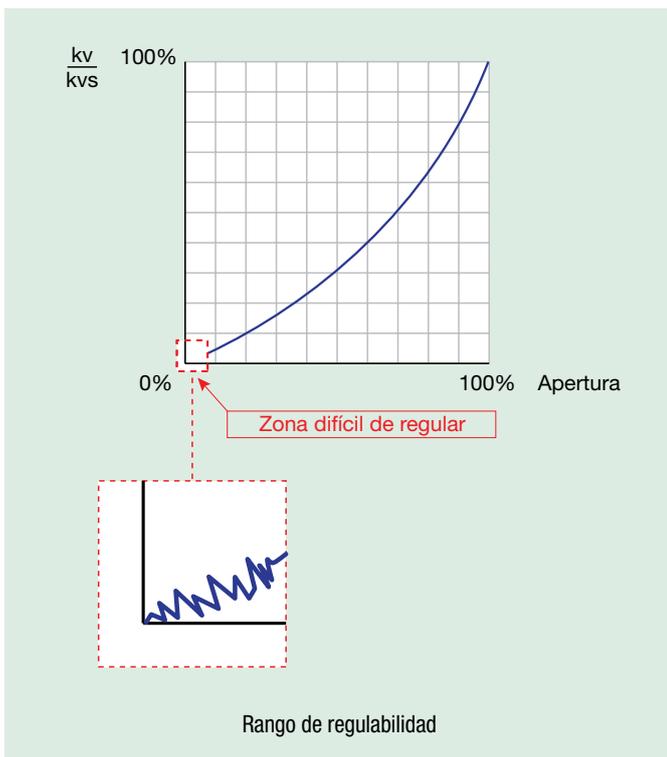
Válvula A: al tener una baja autoridad de 0,1, no es eficaz en la regulación del caudal. En efecto, en gran parte de su grado de apertura el caudal en el circuito no varía sensiblemente.

Válvula B: con una autoridad de 0,5, es el mejor compromiso entre capacidad de regulación y reducción de costes de bombeo.

Válvula C: tiene una autoridad muy elevada de 0,8 y por lo tanto tiene una capacidad de regulación elevada aún con una altura manométrica necesaria muy alta.

REGULABILIDAD

Se intuye fácilmente que, para la regulación, la condición de trabajo ideal de una válvula es la que se da logrando aprovechar todo el recorrido de apertura. Sin embargo, por problemas constructivos y límites representados por las tolerancias de mecanizado, las válvulas no son físicamente capaces de regular con precisión en proximidad del punto de cierre.



Por regulabilidad de una válvula se entiende el rango de trabajo en el que la misma puede regular progresivamente el caudal. Esta propiedad se puede calcular experimentalmente como la relación entre el caudal regulado con apertura completa y el mínimo regulable en proximidad de la posición de cierre. Más concretamente, para que el valor de regulabilidad sea independiente del caudal, se calcula normalmente como relación entre el coeficiente de flujo Kv con apertura completa (normalmente indicado como Kvs) y el mínimo regulable en proximidad de la posición de cierre (normalmente indicado como $Kv_{\text{MÍN}}$).

Por ejemplo, una válvula con regulabilidad de 20 puede regular el caudal hasta valores equivalentes a una vigésima parte del que pasa por la misma cuando está totalmente abierta.

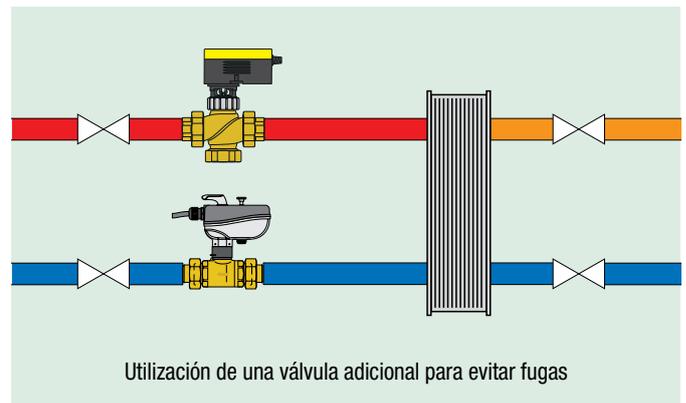
FUGAS

Con este término se indica la cantidad de flujo que pasa por una válvula en posición de cierre completo.

En general, las válvulas de regulación no presentan una estanqueidad perfecta en esta condición. Normalmente esto no es un problema, ya que en general unos bajos valores de caudal de fuga no afectan los procesos regulados, es más, en determinados casos pueden representar una ventaja. Es este el caso, por ejemplo, de las baterías de las unidades de tratamiento del aire, donde una pequeña fuga de caudal mejora el tiempo de respuesta de la máquina durante los arranques y, además, previene el enfriamiento completo de las baterías evitando el peligro de helada en los meses invernales.

Sin embargo, en otras aplicaciones las fugas pueden causar fallos o incluso daños, por ejemplo, en los intercambiadores de calor incorporados en las redes de calefacción. El peligro está representado por el hecho que, cuando no hay demanda aguas abajo del intercambiador, la circulación continua de caudal puede causar la vaporización del fluido, con posibles daños así como riesgos para la salud.

En estos casos es oportuno elegir válvulas con fugas nulas o bien incluir una válvula adicional, cuya única función es cortar el circuito primario en caso de falta de demanda por parte del punto de consumo.



SERVOMOTORES PARA VÁLVULAS DE REGULACIÓN

Los servomotores acoplables a las válvulas de regulación son los componentes que, adecuadamente accionados, se encargan de determinar el grado de apertura de las válvulas, fijando así la posición del obturador.

Constan esencialmente de:

- un motor eléctrico, que proporciona la energía mecánica para el movimiento;
- una transmisión mecánica, cuya función principal es amplificar el par motor;
- contactos eléctricos, para la alimentación del motor y la gestión de los mandos de apertura o cierre.

Según la tipología de construcción de la válvula, se pueden distinguir servomotores de tipo lineal y rotativo.

Los servomotores de tipo lineal se acoplan a las válvulas de globo y se llaman así porque impulsan un desplazamiento a lo largo de un eje. En este caso, la transmisión mecánica desempeña también la función de convertir en movimiento lineal la rotación producida por el motor. En cambio, los servomotores de tipo rotativo, se acoplan a las válvulas de sector o de esfera que, como se explica en la pág. 9, aprovechan la rotación para desempeñar su función.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVOMOTORES LINEALES

- Recorrido: indica la longitud útil en la que los servomotores pueden mover el obturador.
- Fuerza: es el empuje que el servomotor logra generar para vencer la resistencia al movimiento.
- Tiempo de recorrido: indica la duración de un movimiento completo a lo largo de todo el recorrido.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVOMOTORES ROTATIVOS

- Ángulo de giro: es la amplitud del ángulo en el que los servomotores realizan el giro, que normalmente es de 90° o 180°.
- Par: indica la capacidad de impulsar el giro contrarrestando las resistencias a dicho movimiento.
- Tiempo de rotación: es la duración de un giro completo.

La alimentación de los servomotores puede ser neumática o eléctrica. En las aplicaciones habituales para sistemas de calefacción y aire acondicionado, los servomotores se alimentan casi exclusivamente con energía eléctrica. Por esta razón vamos a examinar solo esta tipología.

Además de las características mencionadas, vamos a analizar los modos de accionamiento de los servomotores, profundizando en las señales de comando más extendidas para controlar su funcionamiento.

SERVOMOTORES CON MANDO DE 3 PUNTOS

Se caracterizan por la presencia de dos contactos que se pueden alimentar alternativamente para accionar el motor. La alimentación de uno u otro contacto determina respectivamente un movimiento en dirección de apertura o cierre. Si no se alimenta ningún contacto, la posición del motor no cambia.

Por lo tanto, un servomotor de 3 puntos puede encontrarse en tres estados diferentes según la señal de comando que recibe:

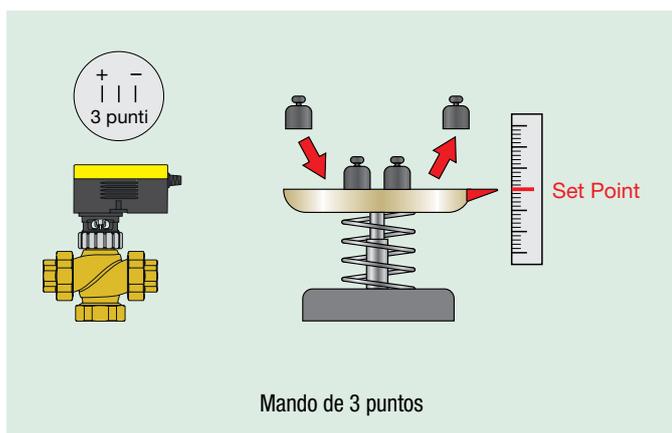
- apertura, por el tiempo en que se alimenta el contacto correspondiente;
- cierre, cuando se alimenta el contacto específico;
- parada, cuando no se alimenta ningún contacto.

Con estas características de funcionamiento, el servomotor se mueve mientras esté alimentado y se queda parado en la última posición regulada al faltar la alimentación.

Para sortear problemas como sobrecalentamiento y desgaste, a menudo se recurre a contactos auxiliares o componentes electrónicos específicos cuya función es desconectar la tensión al motor cuando alcanza los límites de recorrido.

El sistema de regulación acoplado a este tipo de servomotor tiene como límite el hecho de que no se conoce la posición real de la válvula, y normalmente actúa activando el estado de apertura o cierre durante cortos intervalos sucesivos de tiempo. Debido a esta característica, esta lógica de control se suele llamar de tipo “incremental”, porque el regulador envía señales de comando cuyo efecto es abrir (o cerrar) la válvula a través de pequeños incrementos sucesivos.

Para representar este funcionamiento a través de la analogía de la balanza, es como si el operador, teniendo que regular la altura del plato, solo pudiera controlar su posición y después añadir o quitar un peso a la vez. Todos los pesos de los que dispone el operador tienen el mismo tamaño.



Normalmente es posible configurar en el regulador la duración de los impulsos de apertura o cierre. En la analogía con la balanza, esto corresponde a la posibilidad de decidir el tamaño de los pesos a disposición del operador. Unos impulsos de larga duración (equivalentes a pesos de grandes dimensiones) pueden provocar continuas oscilaciones por encima y por debajo del punto de regulación deseado. Por el contrario, unos impulsos de corta duración (equivalentes a pesos pequeños) pueden generar tiempos de respuesta muy lentos del sistema regulado.

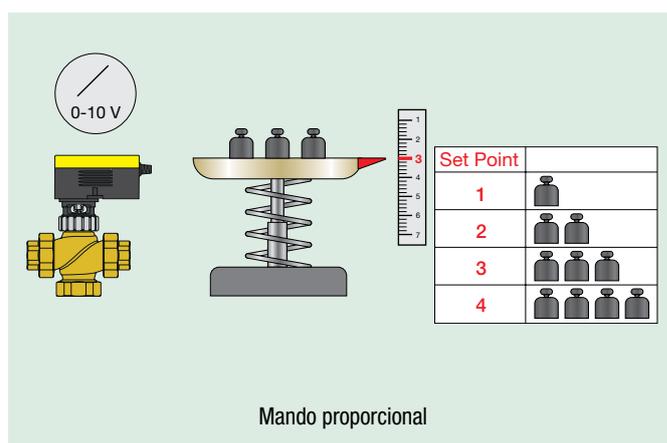
Para mejorar la precisión de la regulación y compensar las limitaciones mencionadas, el regulador debería conocer el tiempo de recorrido del servomotor a controlar. En los reguladores utilizados habitualmente, es posible configurar este parámetro.

SERVOMOTORES PROPORCIONALES

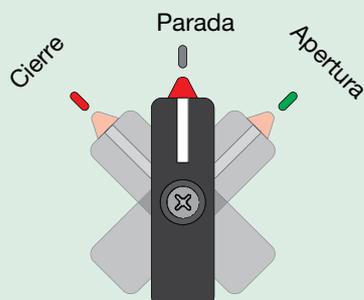
Cuentan con componentes electrónicos integrados, capaces de controlar el movimiento del motor en función de una señal de mando, que normalmente es un valor de tensión variable entre 0 y 10 V. El valor de dicha señal es “proporcional” al recorrido realizado por el servomotor, así que una señal de 0 V corresponde al límite inferior del recorrido (normalmente asociado al cierre de la válvula) y, por ejemplo, una señal de 4 V corresponde al posicionamiento al 40 % del recorrido y así sucesivamente.

A menudo, precisamente por el principio de funcionamiento descrito, la lógica de control adoptada para estos servomotores se denomina de tipo “posicional”. En comparación con los servomotores con mando de 3 puntos, los reguladores posicionales resultan más sencillos: en efecto, por su propia naturaleza, la señal de comando ya contiene la información de posición que hay que comunicar al servomotor y por ello no depende de su tiempo de recorrido.

Volviendo una vez más a la analogía con la balanza, el servomotor proporcional es como si el operador dispusiera de instrucciones de regulación en las que se indica el número de pesos a utilizar para alcanzar una determinada posición. Así, con una única operación el operador puede llevar la balanza al nivel deseado, a diferencia del servomotor con mando de 3 puntos, donde el controlador tiene que controlar continuamente la posición alcanzada.



MANDO DE 3 PUNTOS



VENTAJAS

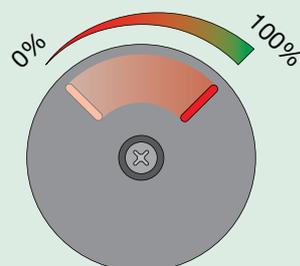
- *Electrónica del servomotor simplificada*
- *Consumos reducidos*



DESVENTAJAS

- *Precisión limitada*
- *Programación del regulador asociada al tiempo de apertura y cierre*

MANDO PROPORCIONAL



VENTAJAS

- *Mayor precisión*
- *Regulación que no depende del tipo de válvula y servomotor*
- *Puede restablecer el estado de apertura efectivo*



DESVENTAJAS

- *Electrónica del servomotor más compleja*

CIRCUITOS DE REGULACIÓN

Hasta ahora hemos examinado en detalle unos aspectos estrictamente relacionados con las válvulas de regulación y sus características. En cambio, desde el punto de vista del diseño de instalaciones cabe recordar que incluso los sistemas más complejos siempre se pueden dividir en esquemas típicos más simplificados, que se suelen denominar circuitos de regulación. En los sistemas de calefacción y refrigeración, estos circuitos están formados por el conjunto de componentes (válvulas, circuladores, reguladores) que, una vez adecuadamente conectados, posibilitan el control de la potencia térmica emitida.

En las páginas siguientes analizaremos los principales circuitos de regulación, su principio de funcionamiento, sus ventajas y desventajas, así como las variantes más extendidas. Además, por cada tipología, se presentarán algunas de las aplicaciones típicas en el contexto de los sistemas de termostatación.

Para finalizar, en las últimas páginas se van a presentar los métodos de dimensionamiento que se pueden utilizar para elegir correctamente las válvulas de regulación. Según la aplicación y la tipología del circuito de regulación, se va a analizar cada procedimiento de dimensionamiento y luego se mostrarán unos métodos gráficos alternativos, fácilmente utilizables.

CIRCUITO LIMITADOR

ESQUEMA Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Descripción: El circuito limitador controla el caudal que pasa por el circuito de consumo regulando el grado de apertura de una válvula de dos vías. Es así posible controlar la potencia térmica intercambiada por el circuito de consumo. El funcionamiento debe estar garantizado por una bomba aguas arriba del circuito.

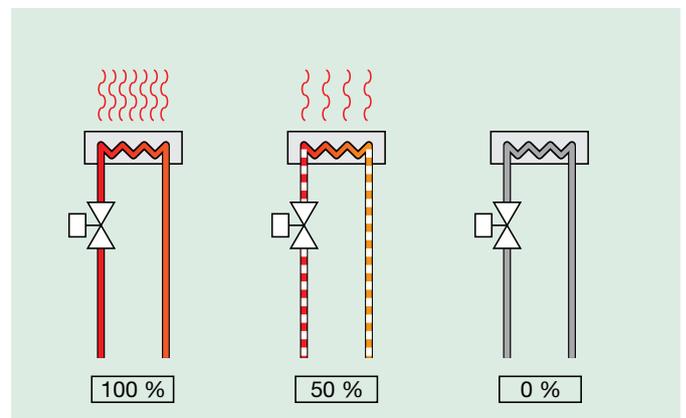
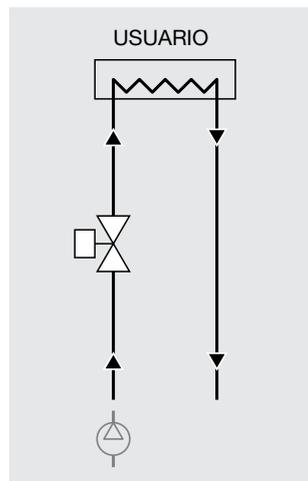
Funcionamiento: Esta tipología de circuito siempre es de caudal variable.

En el funcionamiento a plena carga, la válvula de dos vías está totalmente abierta. Durante la regulación el grado de apertura de la válvula se controla en base a la carga deseada.

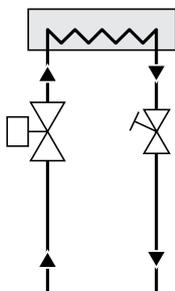
TIPO DE REGULACIÓN
Regulación del caudal

DISPOSITIVO DE REGULACIÓN
Válvula de 2 vías

DISPOSITIVOS ACCESORIOS
Válvulas de equilibrado

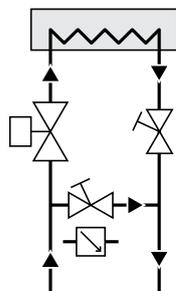


VARIANTE 1



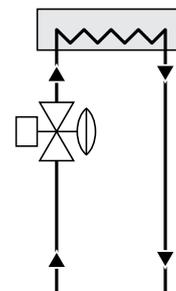
Con una válvula de equilibrado es posible obtener el caudal de diseño a plena carga. Esta válvula es especialmente indicada para redes de grandes dimensiones.

VARIANTE 2



Respecto a la variante 1, prevé un bypass controlado por una válvula de equilibrado (o un Autoflow®) para garantizar un caudal mínimo también con carga nula. Esto garantiza mayor reactividad durante las fases de arranque.

VARIANTE 3



Respecto al esquema típico, se utiliza una válvula tipo Flowmatic® en lugar de la tradicional. Esta válvula puede compensar las variaciones de presión diferencial en el circuito y, por consiguiente, garantiza el equilibrado también en el funcionamiento con cargas parciales.



VENTAJAS

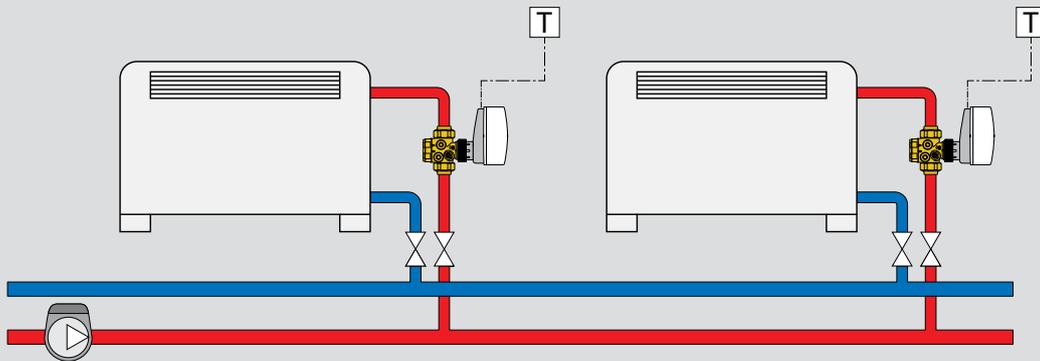
- Maximiza el diferencial térmico también con cargas parciales
- Minimiza el caudal de la instalación



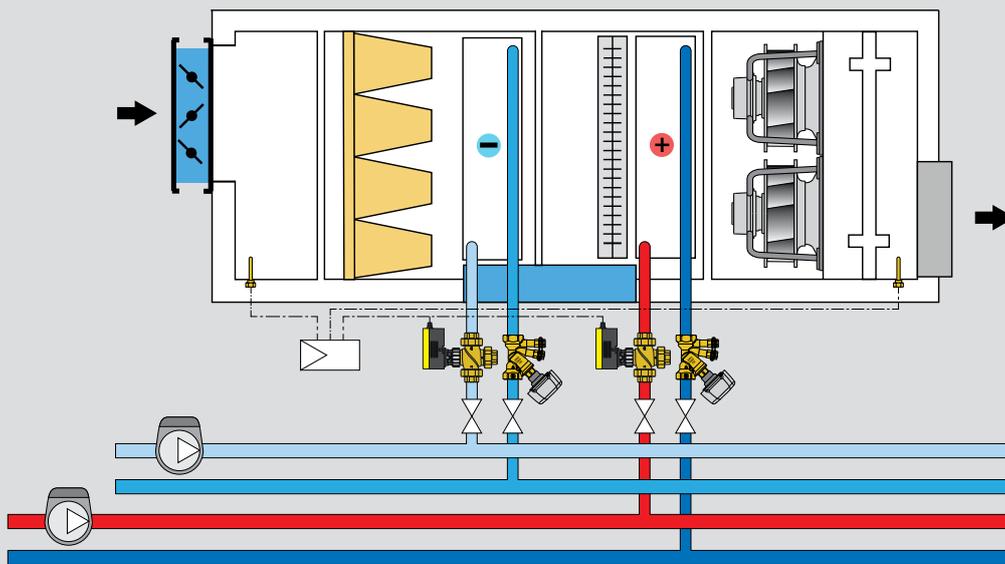
DESVENTAJAS

- Posibles retardos en el arranque
- Sensible a problemas de fugas

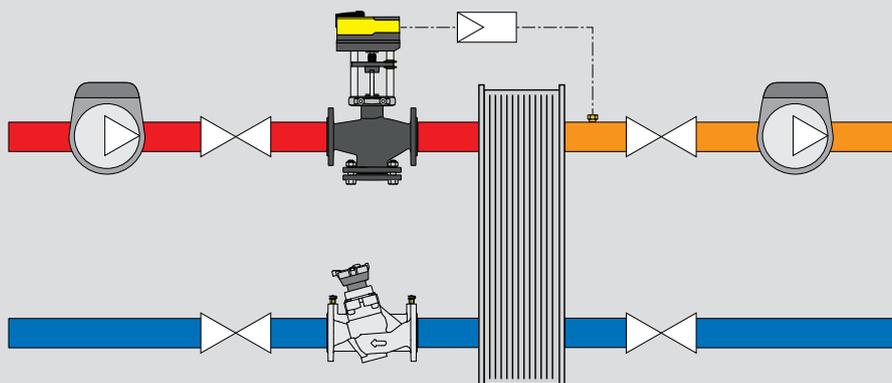
ESQUEMAS DE APLICACIÓN DEL CIRCUITO LIMITADOR



Equilibrado y regulación de fan coils con válvulas Flowmatic®



Regulación de baterías UTA con válvulas de 2 vías



Regulación de la temperatura de un circuito secundario con válvula de 2 vías

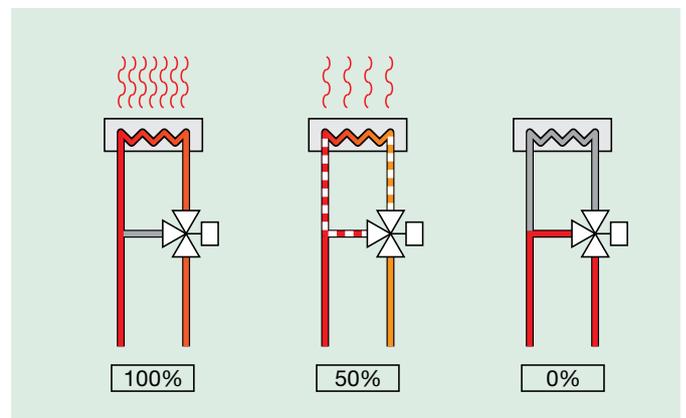
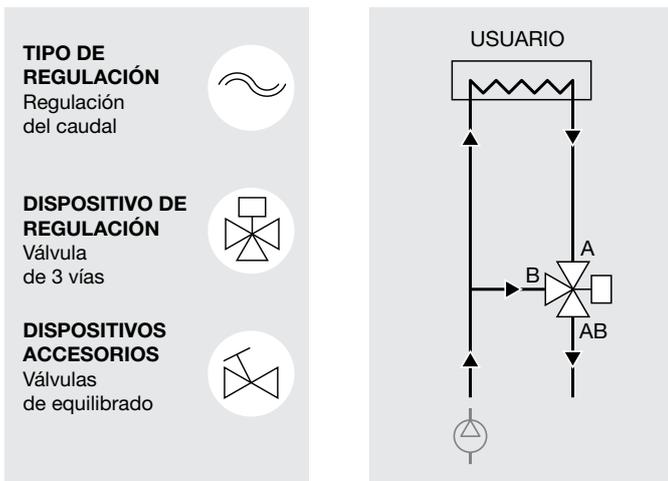
CIRCUITO DE DESVIACIÓN

ESQUEMA Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

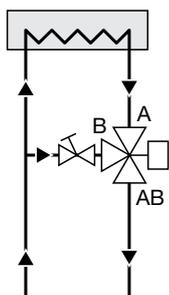
Descripción: El circuito de desviación controla el caudal que pasa por el circuito de consumo regulando el grado de apertura de una válvula de tres vías. Así se puede controlar la potencia térmica intercambiada por el circuito de consumo. El funcionamiento debe estar garantizado por una bomba aguas arriba del circuito.

Funcionamiento: La parte de circuito aguas abajo de la válvula de tres vías funciona con caudal variable, mientras que el caudal de la parte que está aguas arriba es constante.

Durante el funcionamiento a plena carga la vía (A) está totalmente abierta y por lo tanto se alcanza el caudal máximo en el circuito de consumo. Durante la regulación, la vía de bypass (B) se abre progresivamente, limitando así el flujo en el circuito de consumo.



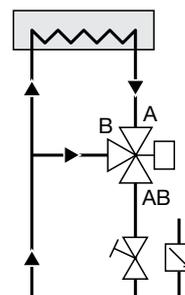
VARIANTE 1



Respecto al esquema típico, hay una válvula de equilibrado en el ramal de bypass, cuya función es introducir una pérdida de carga similar a la del punto de consumo.

Se evitan así caudales excesivos en el bypass con pequeñas aperturas de la válvula, mejorando así la eficiencia de la regulación.

VARIANTE 2



Respecto al esquema típico, en el ramal de retorno también está instalada una válvula de equilibrado (o un Autoflow®). Esta configuración se utiliza en distribuciones amplias y ramificadas o con fuertes diferencias de carga térmica entre los diferentes circuitos regulados.



VENTAJAS

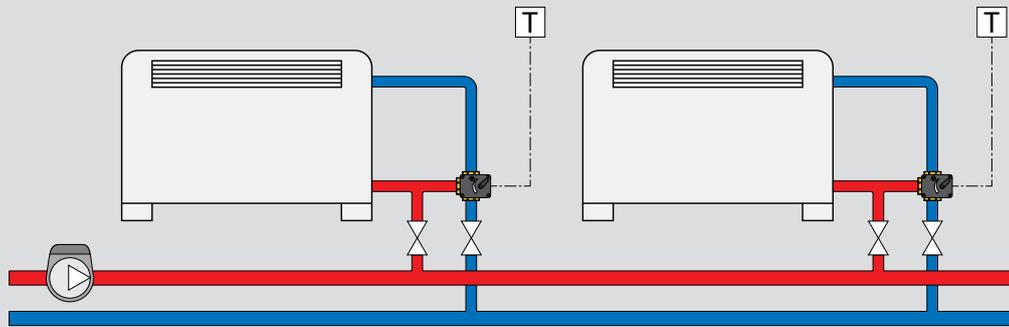
- Respuesta rápida por efecto de la circulación continua del caudal



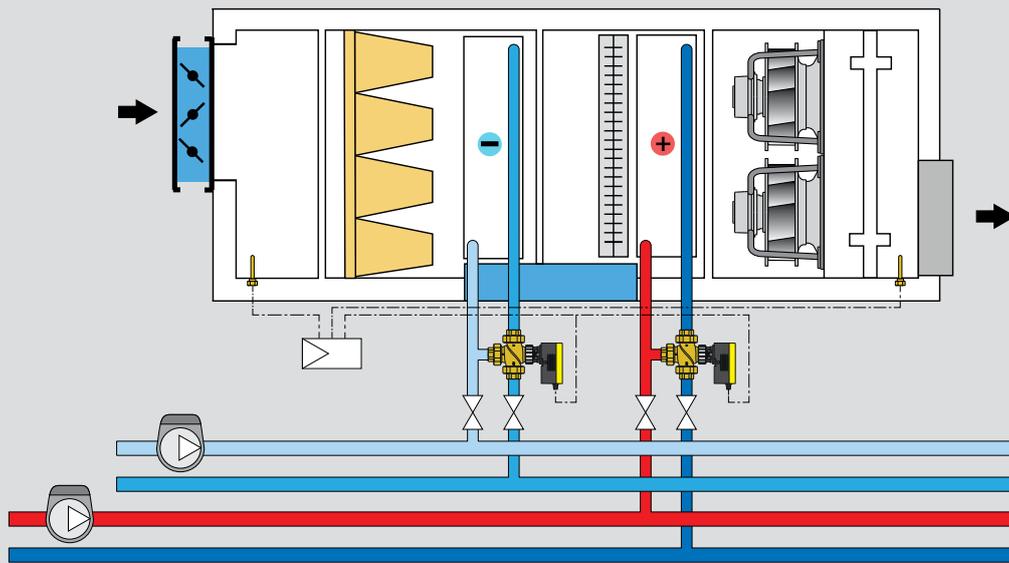
DESVENTAJAS

- Bajos diferenciales térmicos por el caudal desviado en el bypass
- Puede calentarse por conducción estando la válvula cerrada

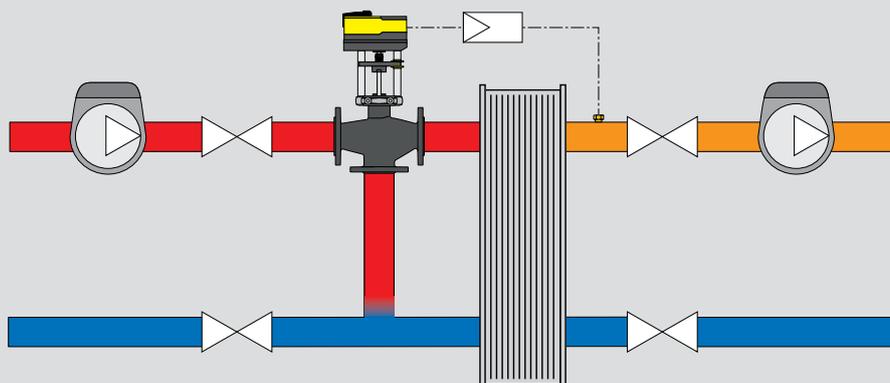
ESQUEMAS DE APLICACIÓN DEL CIRCUITO DE DESVIACIÓN



Regulación de fan coils con válvulas de 3 vías



Regulación de baterías UTA con válvulas de 3 vías



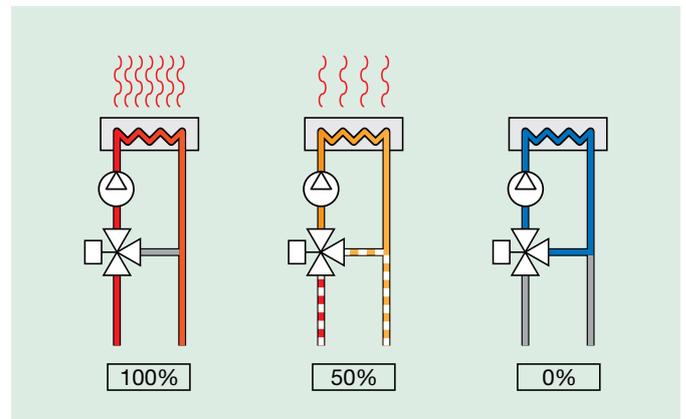
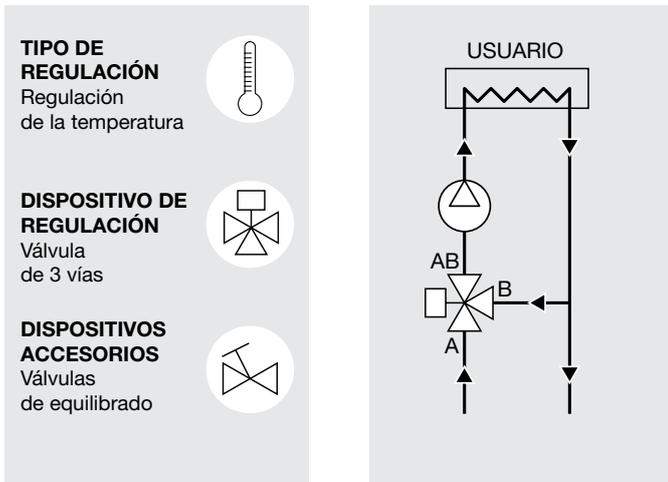
Regulación de la temperatura de un circuito secundario con válvula de 3 vías

CIRCUITO DE MEZCLADO

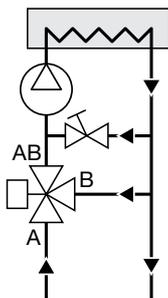
ESQUEMA Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Descripción: El circuito de mezclado controla la temperatura del flujo que pasa por el circuito de consumo regulando el grado de apertura de una válvula de tres vías. Así el flujo de ida se puede mezclar adecuadamente con el de retorno. La bomba del circuito de consumo extrae caudal del circuito primario: por lo tanto no hace falta una bomba aguas arriba del circuito.

Funcionamiento: La parte del circuito aguas abajo de la válvula de tres vías puede funcionar con caudal constante o bien variable. En cambio, la que está aguas arriba siempre es de caudal variable. Durante el funcionamiento a plena carga, la vía (A) está totalmente abierta y por lo tanto se alcanza la temperatura máxima en el circuito de consumo. Durante la regulación, la vía de bypass (B) se abre progresivamente, limitando así el flujo del circuito primario procedente de la vía (A).

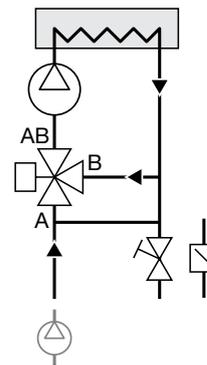


VARIANTE 1



Respecto al esquema típico, hay un bypass calibrado llamado de premezcla. Este método se utiliza en los circuitos donde hay una notable diferencia entre la temperatura del primario y la que hay que regular. En esta configuración la regulación aprovecha de forma óptima el recorrido de la válvula de tres vías, evitando condiciones de funcionamiento en las que la vía primaria (A) esté en posición de cierre casi completo.

VARIANTE 2



Respecto al esquema típico, hay un bypass del circuito con función de separación hidráulica. En el ramal de retorno hace falta una válvula de equilibrado (o un Autoflow®). Esta configuración se utiliza en distribuciones extensas para evitar retardos excesivos en la regulación de la temperatura.



VENTAJAS

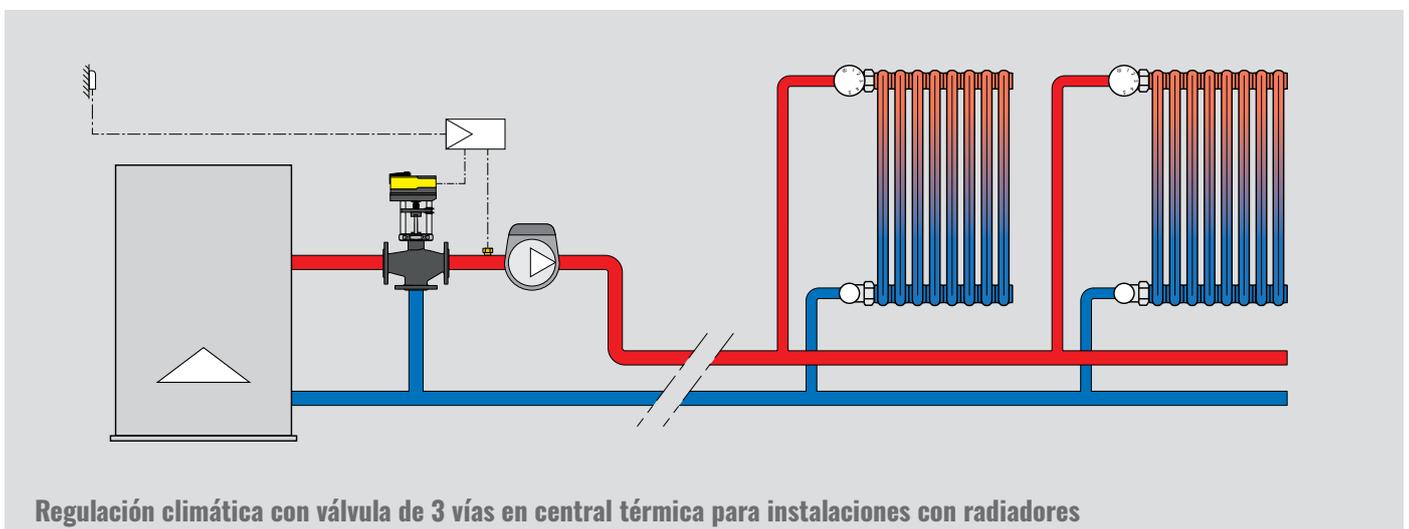
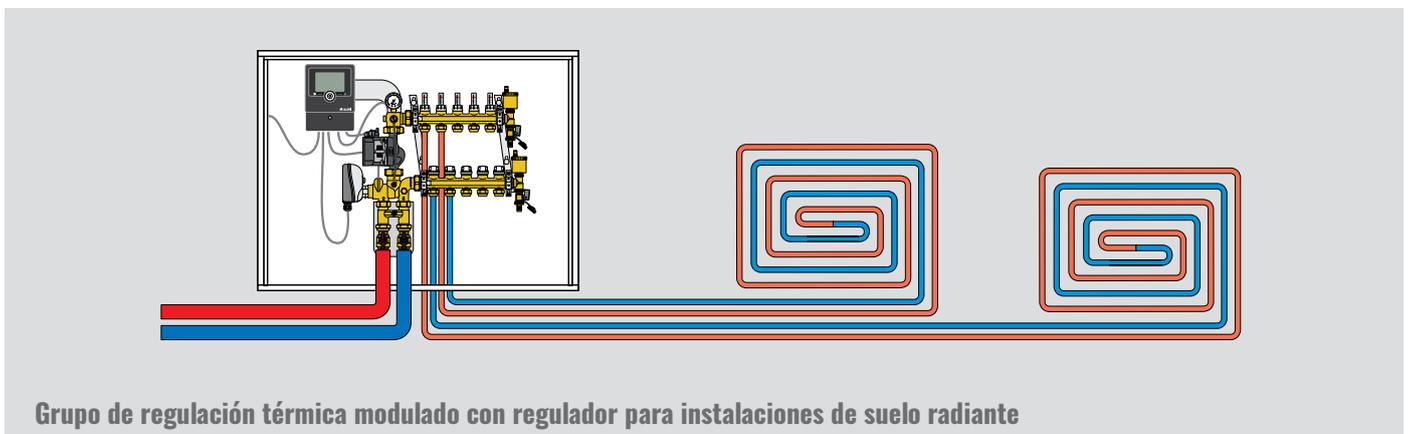
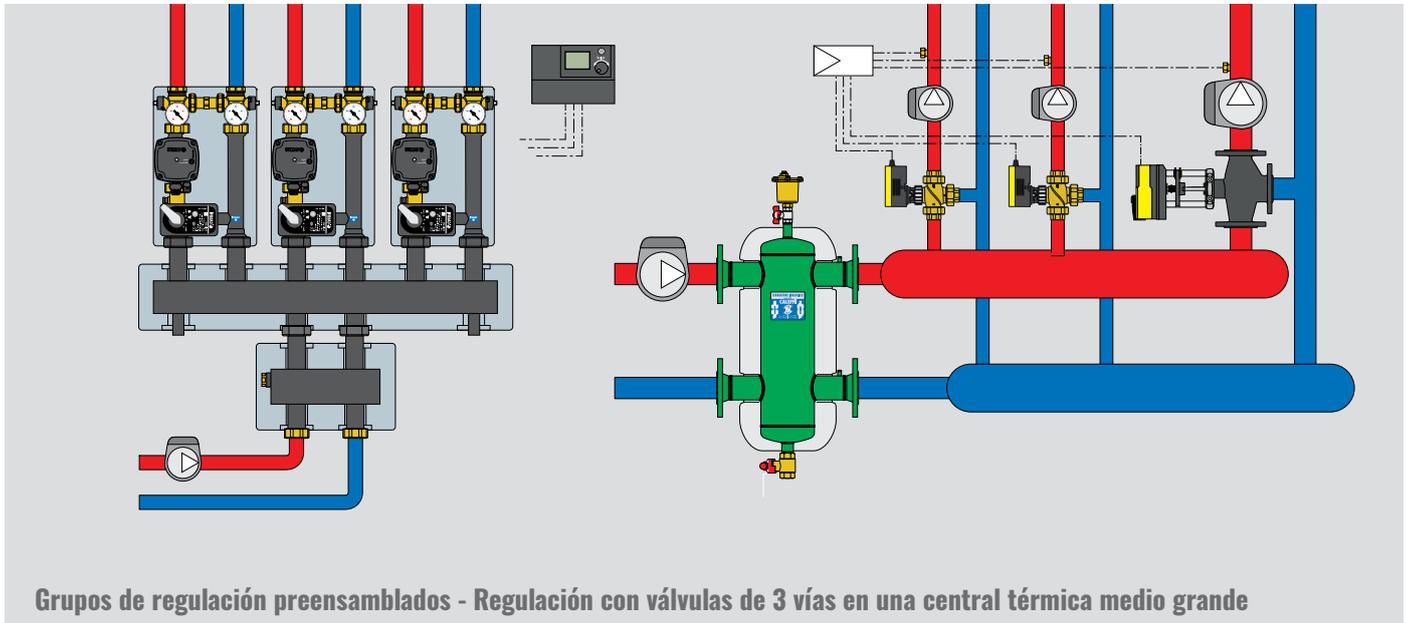
- Temperatura constante en el punto de consumo



DESVENTAJAS

- Necesidad de un sistema de bombeo en el circuito de consumo

ESQUEMAS DE APLICACIÓN DEL CIRCUITO DE MEZCLADO

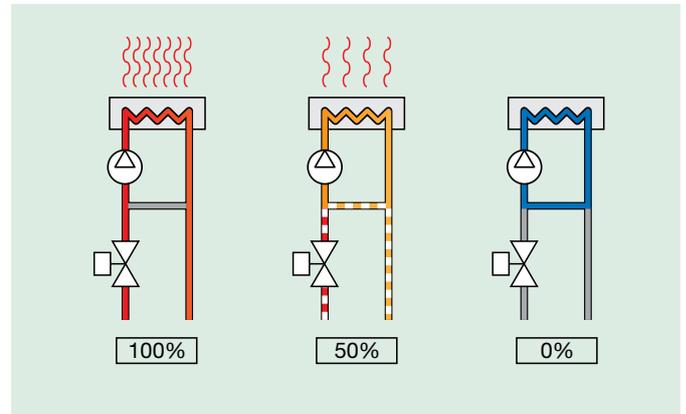
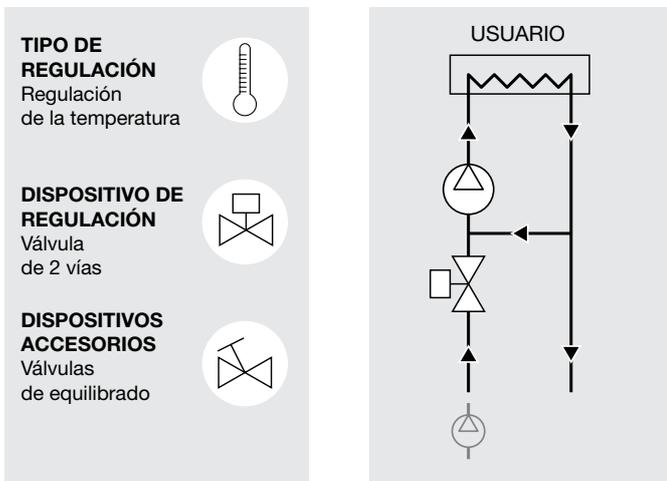


CIRCUITO DE INYECCIÓN CON VÁLVULA DE 2 VÍAS

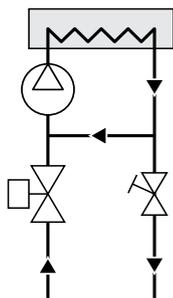
ESQUEMA Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Descripción: El circuito de inyección con válvula de dos vías controla la temperatura del flujo que pasa por el circuito de consumo regulando el grado de apertura de la válvula. Así se puede regular la cantidad de flujo "inyectado" en el circuito de consumo para que se pueda mezclar con el de retorno. El circuito de consumo cuenta con una bomba y está hidráulicamente separado de la línea de bypass: por esta razón es necesaria una bomba aguas arriba de un circuito de inyección.

Funcionamiento: La parte del circuito aguas abajo de la línea de bypass puede funcionar con caudal constante o bien variable. En cambio, la que está aguas arriba siempre es de caudal variable. Durante el funcionamiento a plena carga, la válvula de dos vías está totalmente abierta y por lo tanto se alcanza la temperatura máxima en el circuito de consumo.

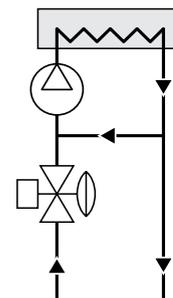


VARIANTE 1



Con una válvula de equilibrado es posible obtener el caudal de diseño a plena carga. Esta válvula es especialmente indicada para redes de grandes dimensiones.

VARIANTE 2



Respecto al esquema típico, se utiliza una válvula de tipo Flowmatic®. Esta válvula puede compensar las variaciones de presión diferencial en el circuito y, por consiguiente, garantiza el equilibrado también en el funcionamiento con cargas parciales.



VENTAJAS

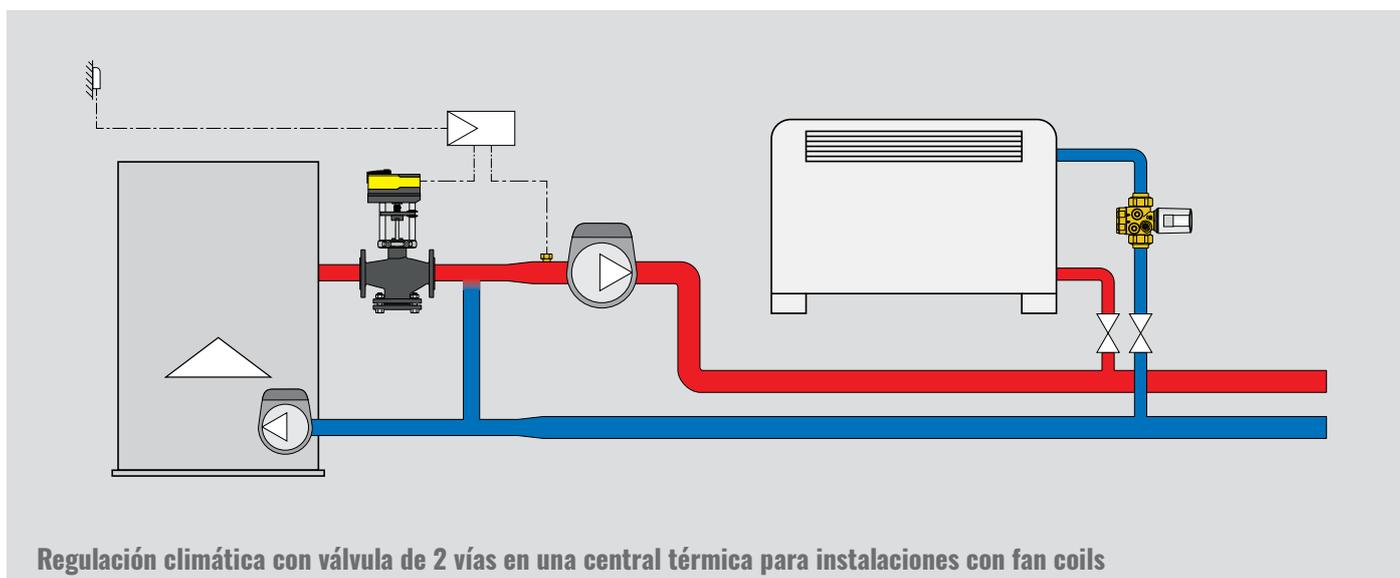
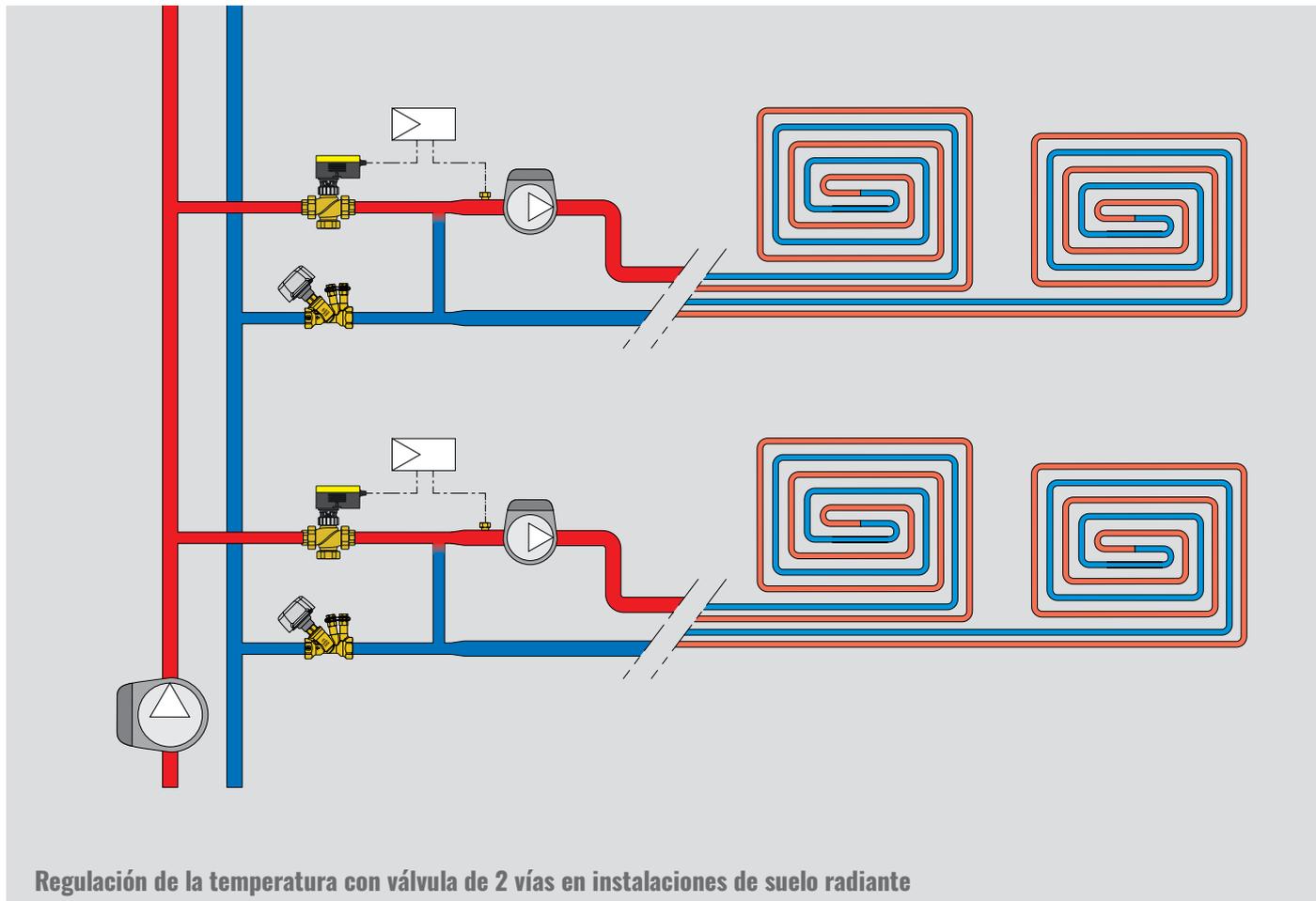
- Maximiza el diferencial térmico también con cargas parciales
- Minimiza el caudal de la instalación



DESVENTAJAS

- Posibles retardos en el arranque
- Sensible a problemas de fugas

ESQUEMAS DE APLICACIÓN DEL CIRCUITO DE INYECCIÓN CON VÁLVULA DE 2 VÍAS



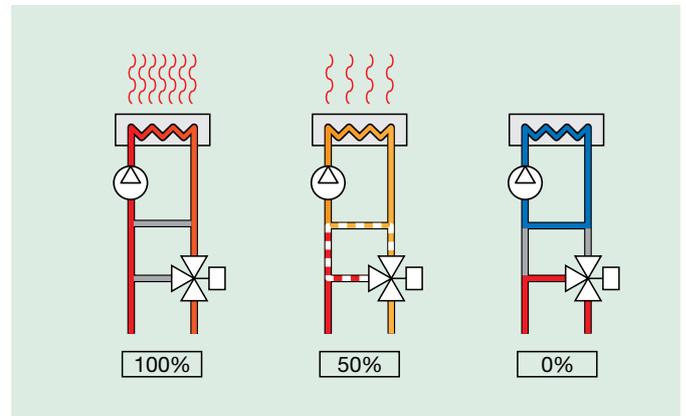
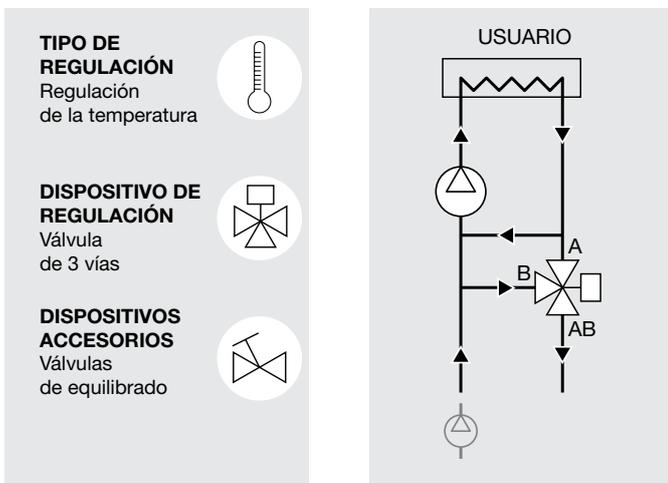
CIRCUITO DE INYECCIÓN CON VÁLVULA DE 3 VÍAS

ESQUEMA Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

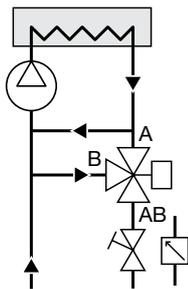
Descripción: El circuito de inyección con válvula de tres vías controla la temperatura del flujo que pasa por el circuito de consumo regulando el grado de apertura de la válvula. Así se puede regular la cantidad de flujo "inyectado" en el circuito de consumo para que se pueda mezclar con el de retorno. El circuito de consumo cuenta con una bomba y está hidráulicamente separada por la línea de bypass: por esta razón es necesaria una bomba aguas arriba de un circuito de inyección.

Funcionamiento: La parte del circuito aguas abajo de la línea de bypass puede funcionar con caudal constante o bien variable. En cambio, el caudal en la parte aguas arriba es constante por la presencia de la válvula de tres vías.

Durante el funcionamiento a plena carga, la vía (A) está totalmente abierta y por lo tanto se alcanza la temperatura máxima en el circuito de consumo. Durante la regulación, la vía de bypass (B) se abre progresivamente limitando por consiguiente el flujo que se inyecta desde el circuito primario al circuito de consumo.

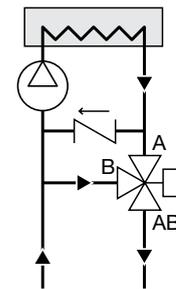


VARIANTE 1



Respecto al esquema típico, hay una válvula de equilibrado (o un Autoflow®) en el ramal de retorno. Esta configuración se utiliza en distribuciones amplias y ramificadas o con fuertes diferencias de carga entre los diferentes circuitos regulados.

VARIANTE 2



La presencia de una válvula de retención impide la circulación invertida en el ramal de bypass y por lo tanto evita que la temperatura de retorno suba excesivamente.



VENTAJAS

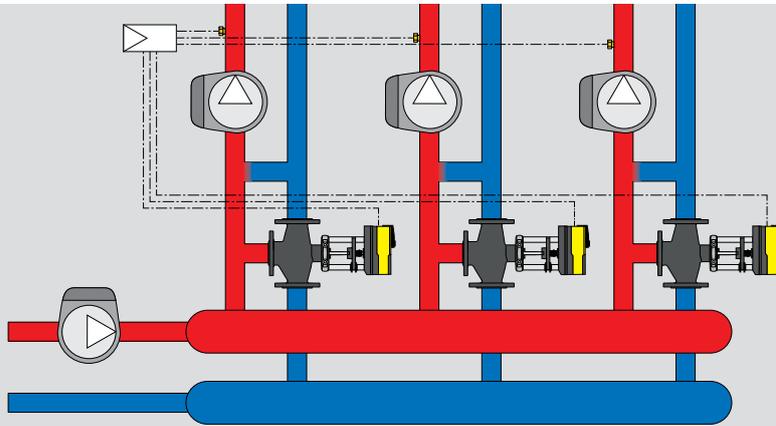
- Respuesta rápida por efecto de la circulación continua del caudal



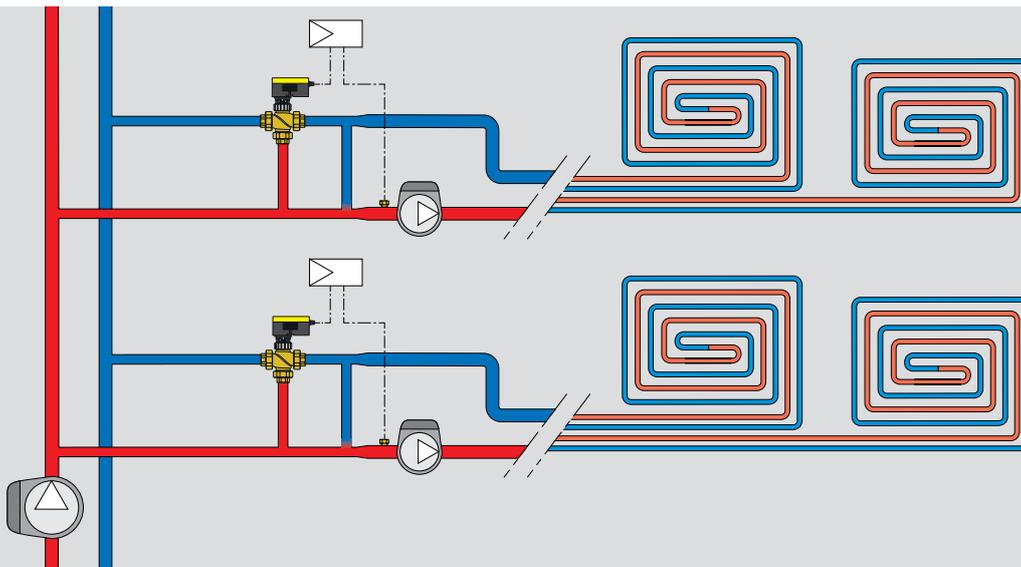
DESVENTAJAS

- Bajos diferenciales térmicos por el caudal desviado en el bypass

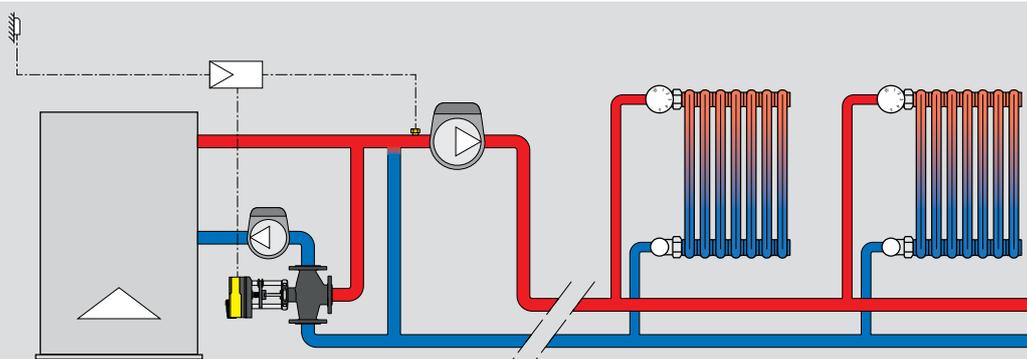
ESQUEMAS DE APLICACIÓN DEL CIRCUITO DE INYECCIÓN CON VÁLVULA DE 3 VÍAS



Regulación con válvulas de 3 vías en una central térmica mediana-grande sin separador hidráulico



Regulación de la temperatura con válvula de 3 vías en instalaciones de suelo radiante

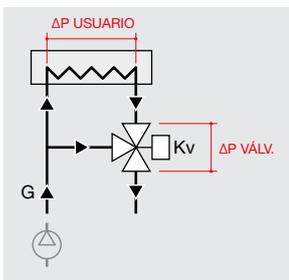
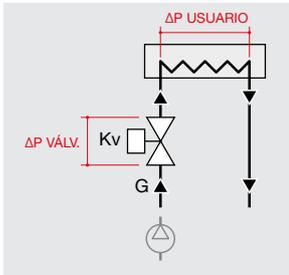


Regulación climática con válvula de 3 vías en central térmica para instalaciones con radiadores

DIMENSIONAMIENTO

CIRCUITO LIMITADOR (2 VÍAS) Y DE DESVIACIÓN (3 VÍAS)

ESQUEMA TÍPICO



MÉTODO DE DIMENSIONAMIENTO

En estas tipologías de circuito, la válvula de regulación de 2 o 3 vías actúa regulando el caudal que pasa por el circuito de usuario. Como se ha visto en la pág. 14, en estos casos es importante lograr una buena autoridad, dimensionando las válvulas de regulación de forma que su pérdida de carga no sea demasiado baja respecto a la del circuito de usuario. Se pueden obtener los valores para un dimensionamiento rápido, considerando:

$$\Delta P_{VÁL.V.} \cong 0,5 \div 1,0 \cdot \Delta P_{USUARIO}$$

Expresando la pérdida de carga de la válvula en función del caudal G y del coeficiente de flujo K_v , se obtiene la fórmula para el dimensionamiento de la válvula:

$$K_v = 0,10 \div 0,15 \cdot G / \sqrt{\Delta P_{USUARIO}}$$

donde: G = caudal, l/h

$\Delta P_{USUARIO}$ = pérdida de carga de todos los componentes del circuito, excepto la válvula, mm c.a.

K_v = coeficiente de flujo de la válvula, m^3/h

Como alternativa, los criterios de dimensionamiento mencionados se pueden representar de forma gráfica en diagramas específicos: cada franja coloreada corresponde a la disponibilidad de una válvula con características hidráulicas ideales para los datos de diseño.

EJEMPLO

Se dimensiona una válvula de dos vías para controlar la potencia térmica de un intercambiador de calor con las características siguientes:

- Potencia térmica del intercambiador: $P = 500 \text{ kW}$
- Diferencial térmico del intercambiador: $\Delta T = 10 \text{ °C}$
- Pérdida de carga del punto de usuario: $\Delta P_{USUARIO} = 3000 \text{ mm c.a.}$

Método analítico:

Se obtiene el caudal nominal a partir de la potencia y del diferencial térmico:

$$G = P \cdot 860 / \Delta T = 500 \cdot 860 / 10 = 43000 \text{ l/h}$$

Se obtienen los coeficientes de flujo K_v de la válvula de regulación:

$$K_{v_{MÍN}} = 0,10 \cdot 43000 / \sqrt{3000} = 78,5 \text{ m}^3/h$$

$$K_{v_{MÁX}} = 0,15 \cdot 43000 / \sqrt{3000} = 117,7 \text{ m}^3/h$$

Se dimensiona entonces una válvula DN 80 con coeficiente K_v de $100 \text{ m}^3/h$. La pérdida de carga de la válvula resulta:

$$\Delta P_{VÁL.V.} = 0,01 \cdot (G/K_v)^2 = (43000/100)^2 = 1849 \text{ mm c.a.}$$

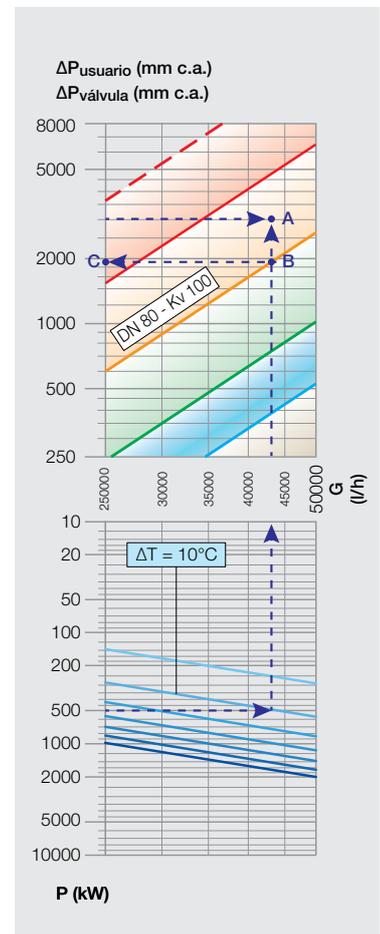
La autoridad de la válvula de regulación escogida es:

$$a = 1849 / (1849 + 3000) = 0,38$$

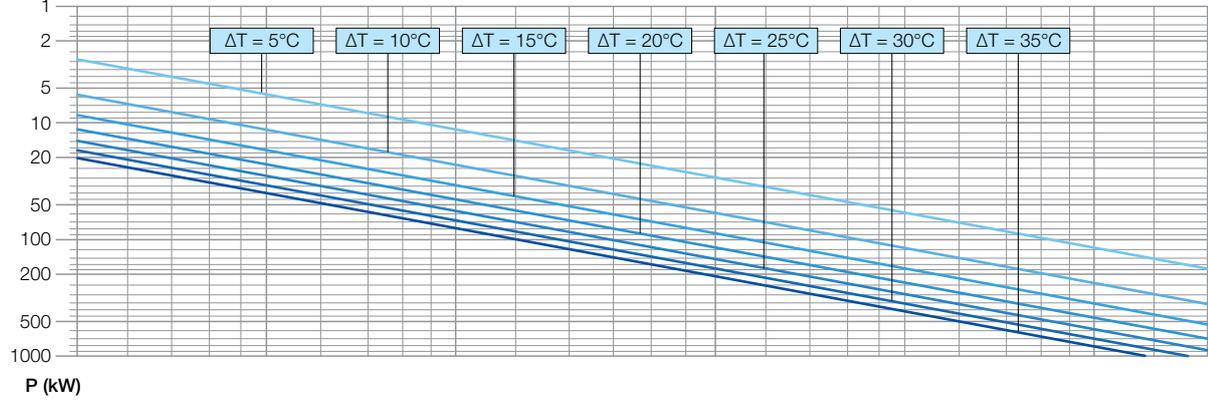
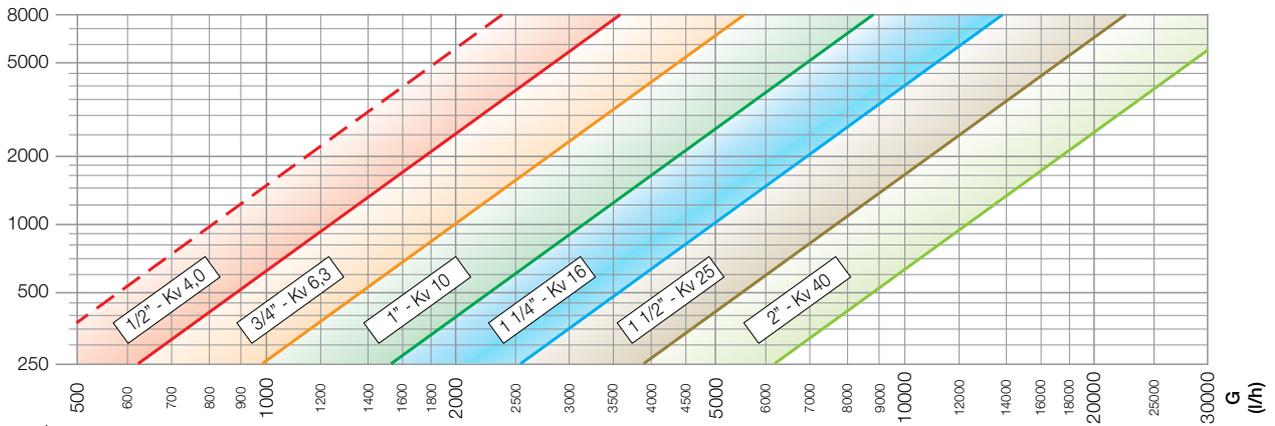
Método gráfico:

Mediante el diagrama situado bajo el gráfico de dimensionamiento, es posible obtener el caudal de diseño buscando en la línea correspondiente al diferencial térmico de 10 °C el punto relativo a la potencia térmica de diseño de 500 kW . El punto A se encuentra en correspondencia al valor de pérdida de carga $\Delta P_{USUARIO}$, que está en la franja de la válvula DN 80.

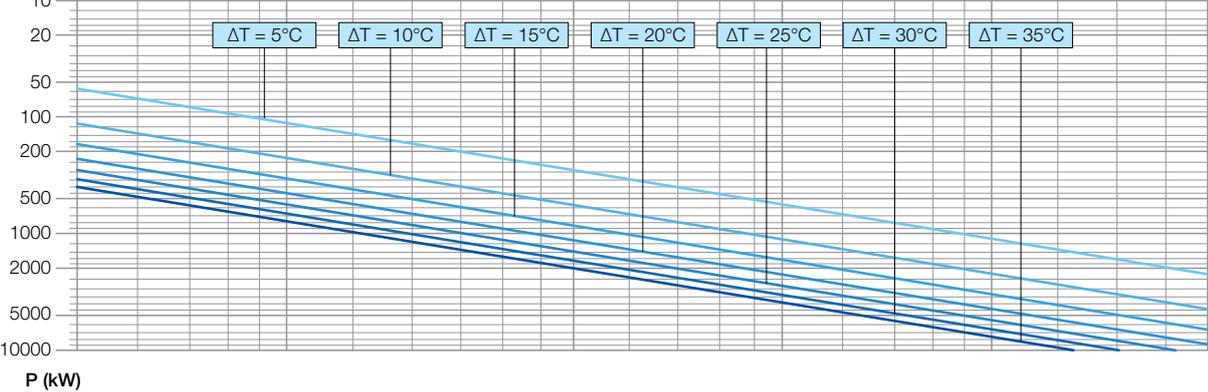
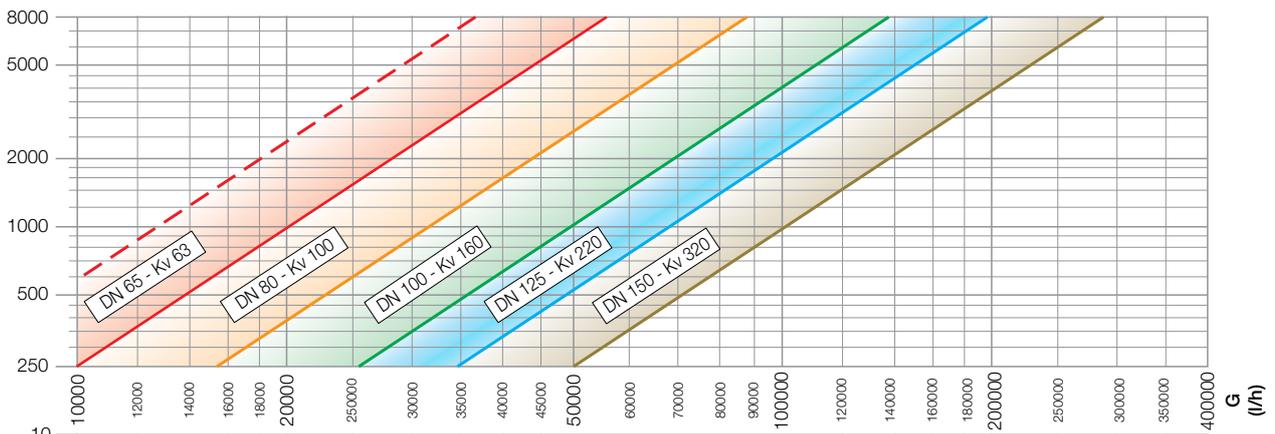
Desde el punto B (intersección entre el caudal G y la curva de la válvula escogida) es posible leer la pérdida de carga de la válvula (punto C en el mismo eje).



$\Delta P_{\text{usuario}}$ (mm c.a.)
 $\Delta P_{\text{válvula}}$ (mm c.a.)

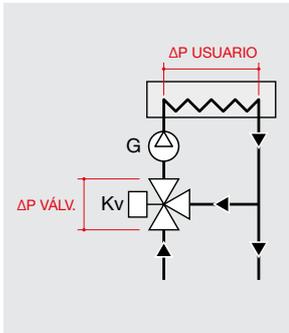


$\Delta P_{\text{usuario}}$ (mm c.a.)
 $\Delta P_{\text{válvula}}$ (mm c.a.)



DIMENSIONAMIENTO CIRCUITO DE MEZCLADO

ESQUEMA TÍPICO



MÉTODO DE DIMENSIONAMIENTO

En los circuitos de mezclado, la parte del circuito aguas arriba de la válvula de tres vías suele ser una zona con ΔP irrelevante (normalmente, además hay un separador hidráulico). La pérdida de carga principal es la de la válvula de tres vías, que por lo tanto dispone de una alta autoridad de regulación. Por esta razón, el dimensionamiento de la válvula de tres vías se puede hacer considerando una pérdida de carga aceptable para la bomba del circuito de usuario, por ejemplo, indicativamente entre el 5 % y el 15 % de la pérdida de carga del circuito de usuario:

$$\Delta P_{VÁL.V.} \cong 0,05 \div 0,15 \cdot \Delta P_{USUARIO}$$

Expresando la pérdida de carga de la válvula en función del caudal G y del coeficiente de flujo Kv , se obtiene la fórmula para el dimensionamiento de la válvula:

$$Kv = 0,25 \div 0,45 \cdot G / \sqrt{\Delta P_{USUARIO}}$$

donde: G = caudal, l/h

$\Delta P_{USUARIO}$ = pérdida de carga de todos los componentes del circuito, excepto la válvula, mm c.a.

Kv = coeficiente de flujo de la válvula, m^3/h

Como alternativa, los criterios de dimensionamiento mencionados se pueden representar de forma gráfica en diagramas específicos: cada franja coloreada corresponde a la disponibilidad de una válvula con características hidráulicas ideales para los datos de diseño.

EJEMPLO

Se dimensiona una válvula de tres vías para un circuito de mezclado de una instalación de suelo radiante con las características siguientes:

- Caudal de diseño: $G = 2000$ l/h
- Pérdida de carga del punto de usuario: $\Delta P_{USUARIO} = 2300$ mm c.a.

Método analítico:

Se obtienen los coeficientes de flujo Kv de la válvula de regulación:

$$Kv_{MÍN} = 0,25 \cdot 2000 / \sqrt{2300} = 10,4 \text{ m}^3/h$$

$$Kv_{MÁX} = 0,45 \cdot 2000 / \sqrt{2300} = 18,8 \text{ m}^3/h$$

Se dimensiona entonces una válvula de 1¼" con coeficiente Kv de 16 m^3/h .

La pérdida de carga de la válvula resulta:

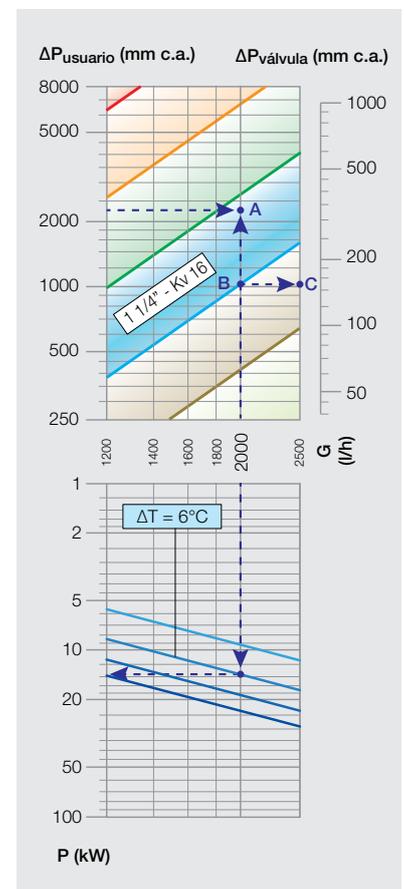
$$\Delta P_{VÁL.V.} = 0,01 \cdot (G/Kv)^2 = (2000/16)^2 = 156 \text{ mm c.a.}$$

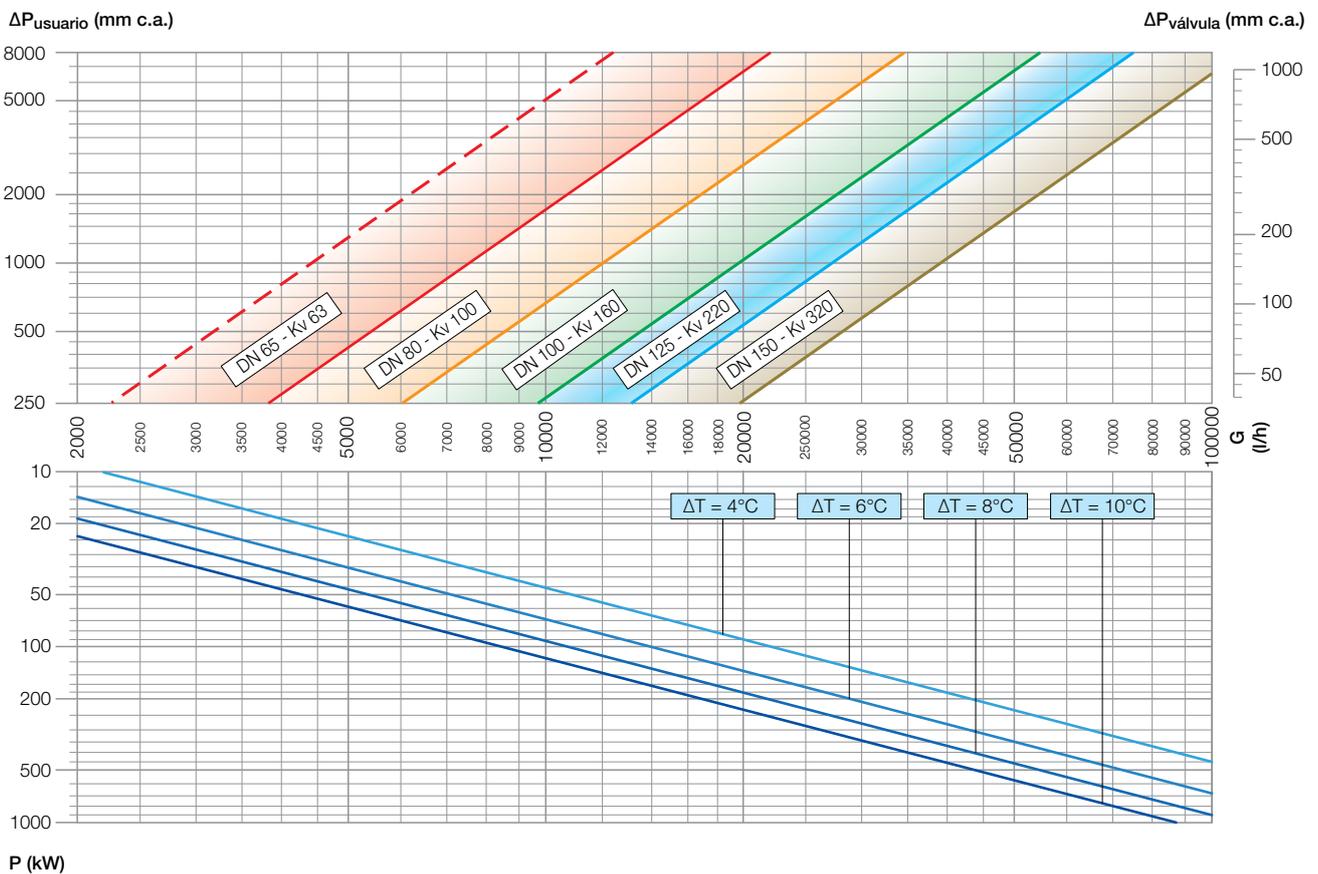
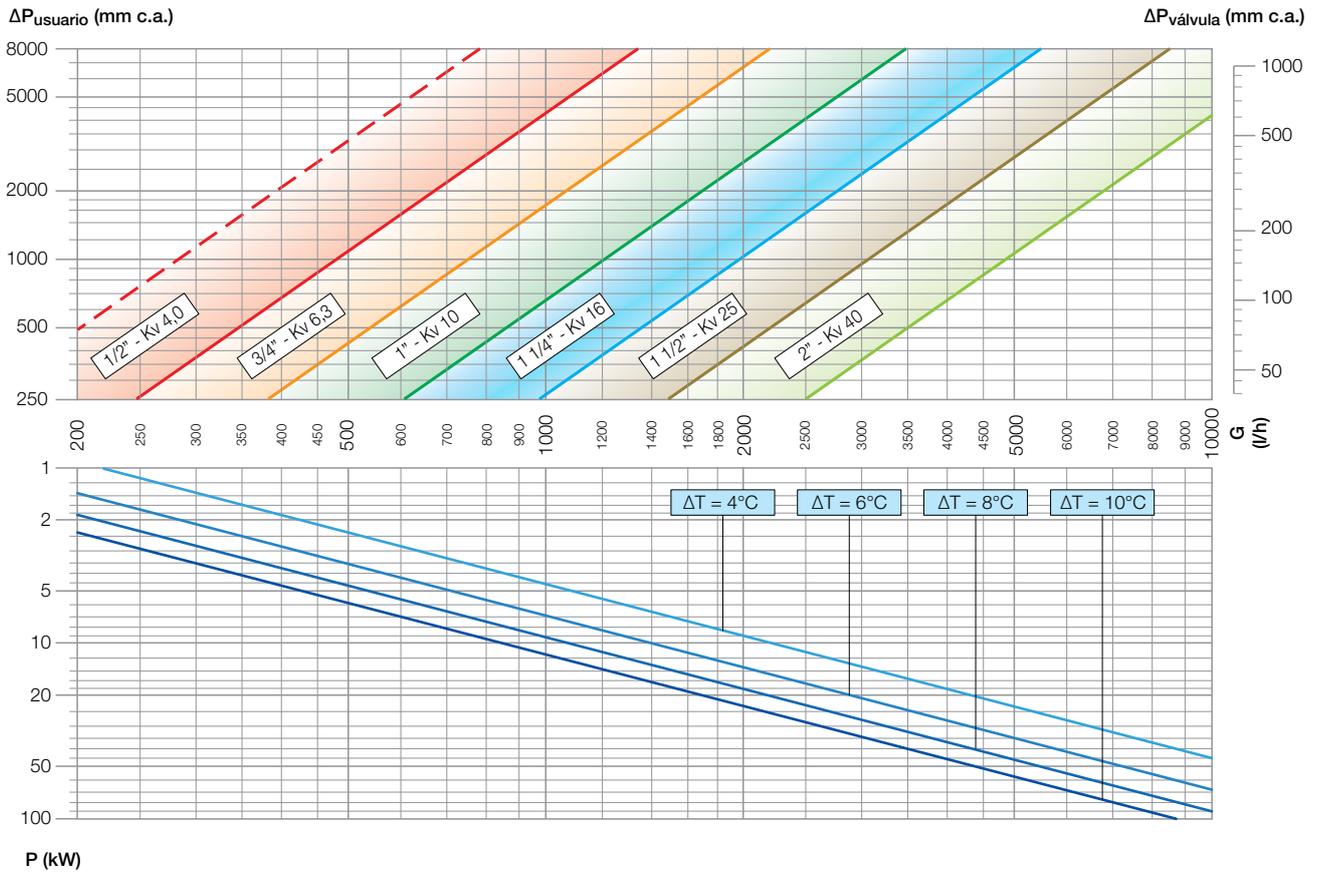
Método gráfico:

También se pueden utilizar los gráficos situados junto a estas líneas.

Al cruzar los valores de caudal G y pérdida de carga $\Delta P_{USUARIO}$ se halla el punto A, que se encuentra en la franja correspondiente a una válvula de 1¼". La pérdida de carga de la válvula se puede obtener a partir del punto B (intersección entre el caudal G y la curva de la válvula escogida), leyendo el valor correspondiente al punto C en el eje respectivo.

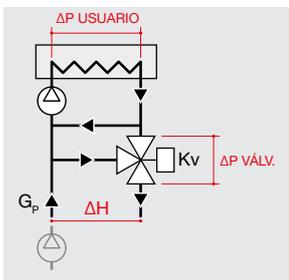
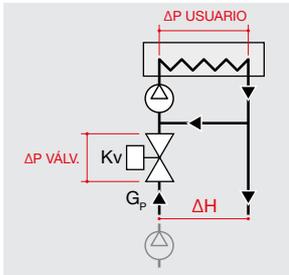
También es posible obtener la potencia intercambiada, mediante el diagrama situado debajo del gráfico de selección. En este ejemplo, suponiendo un diferencial térmico de 6 °C se estima una potencia de 13,9 kW a partir del caudal de diseño de 2000 l/h.





DIMENSIONAMIENTO DEL CIRCUITO DE INYECCIÓN CON VÁLVULA DE 2 O 3 VÍAS

ESQUEMA TÍPICO



MÉTODO DE DIMENSIONAMIENTO

En los circuitos de inyección, la línea de by-pass separa el circuito de usuario del circuito primario donde está instalada la válvula de regulación de 2 o 3 vías. Para asegurar el funcionamiento correcto de este circuito, tiene que haber siempre una bomba aguas arriba. Para garantizar una regulación eficaz de la temperatura de ida del circuito de usuario, al hacer el dimensionamiento se debe considerar un valor correcto de autoridad. Por lo tanto, la válvula no debe tener una pérdida de carga baja respecto a la altura manométrica disponible ΔH aguas arriba del circuito. Se pueden obtener los valores para un dimensionamiento rápido, considerando:

$$\Delta P_{VÁLV.} \cong 0,5 \div 1,0 \cdot \Delta H$$

Expresando la pérdida de carga de la válvula en función del caudal G_p y del coeficiente de flujo $Kv_{VÁLV.}$, se obtiene la fórmula para el dimensionamiento de la válvula:

$$Kv = 0,10 \div 0,15 \cdot G_p / \sqrt{\Delta H}$$

donde: G_p = caudal en el circuito primario, l/h

ΔH = altura manométrica disponible aguas arriba del circuito, mm c.a.

Kv = coeficiente de flujo de la válvula, m^3/h

Como alternativa, los criterios de dimensionamiento mencionados se pueden representar de forma gráfica en diagramas específicos: cada franja coloreada corresponde a la disponibilidad de una válvula con características hidráulicas ideales para los datos de diseño.

EJEMPLO

Se dimensiona una válvula de tres vías para controlar la temperatura de ida mediante un circuito de inyección con las características siguientes:

- Temp. ida circuito primario: $T_p = 70^\circ C$
- Temp. ida circuito secundario: $T_s = 50^\circ C$
- Temp. retorno: $T_r = 45^\circ C$
- Potencia térmica: $P = 90 \text{ kW}$
- Altura manom. disp.: $\Delta H = 3500 \text{ mm c.a.}$

Método analítico:

Se obtiene el diferencial térmico en el circuito primario:

$$\Delta T = T_p - T_r = 70 - 45 = 25^\circ C$$

Se calcula el caudal del circuito primario:

$$G_p = P \cdot 860 / \Delta T = 90 \cdot 860 / 25 = 3096 \text{ l/h}$$

Se obtienen los coeficientes de flujo Kv de la válvula de regulación:

$$Kv_{MÍN} = 0,10 \cdot 3096 / \sqrt{3500} = 5,2 \text{ m}^3/h$$

$$Kv_{MÁX} = 0,15 \cdot 3096 / \sqrt{3500} = 7,8 \text{ m}^3/h$$

Se dimensiona entonces una válvula de 3/4", con Kv de $6,3 \text{ m}^3/h$.

La pérdida de carga de la válvula resulta:

$$\Delta P_{VÁLV.} = 0,01 \cdot (G/Kv)^2 = (3096/6,3)^2 = 2415 \text{ mm c.a.}$$

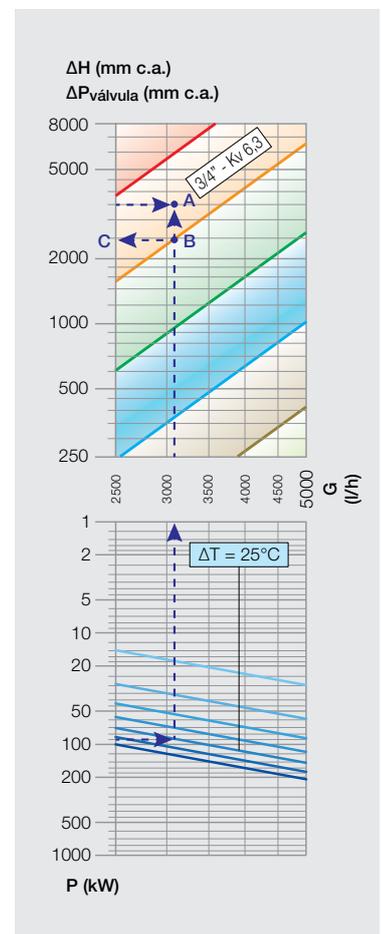
La autoridad de la válvula de regulación escogida es:

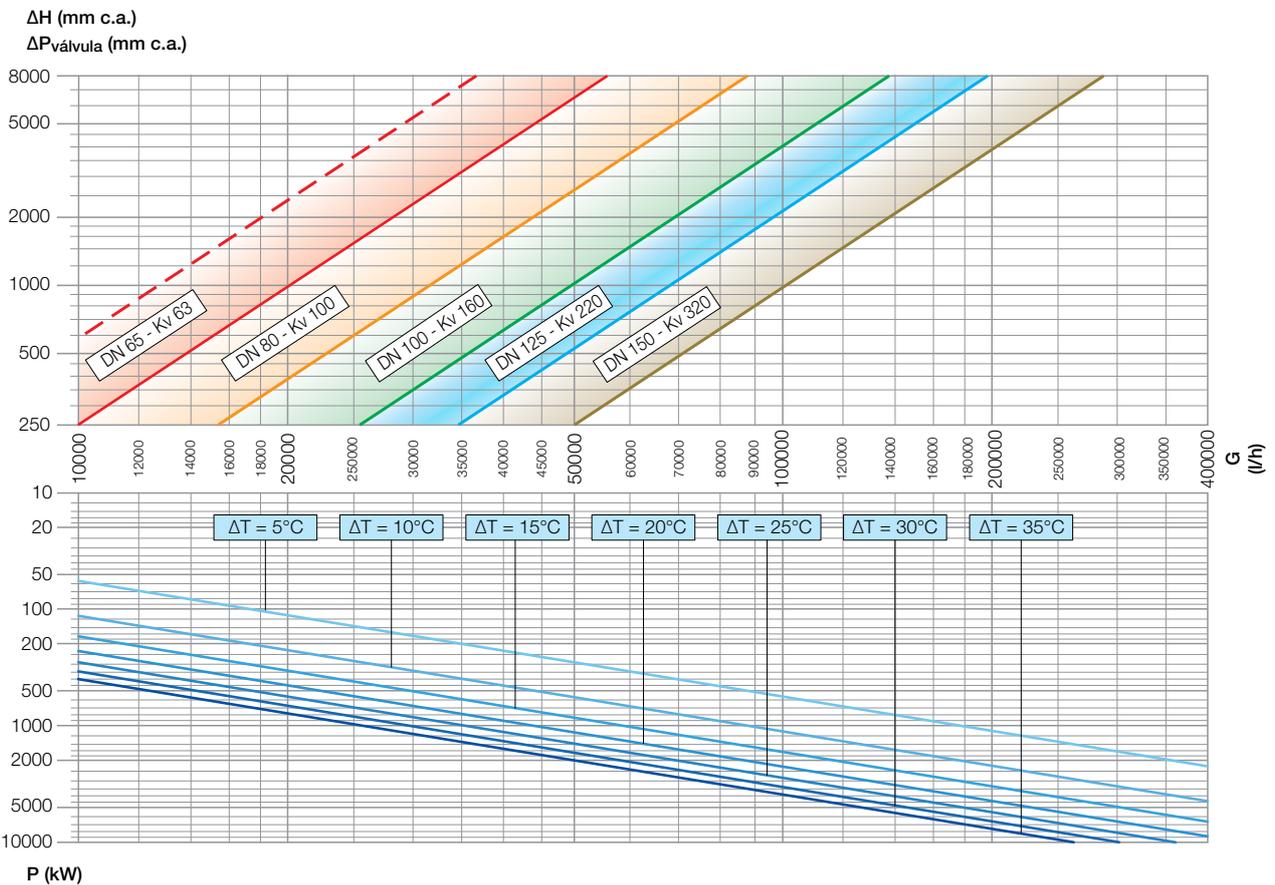
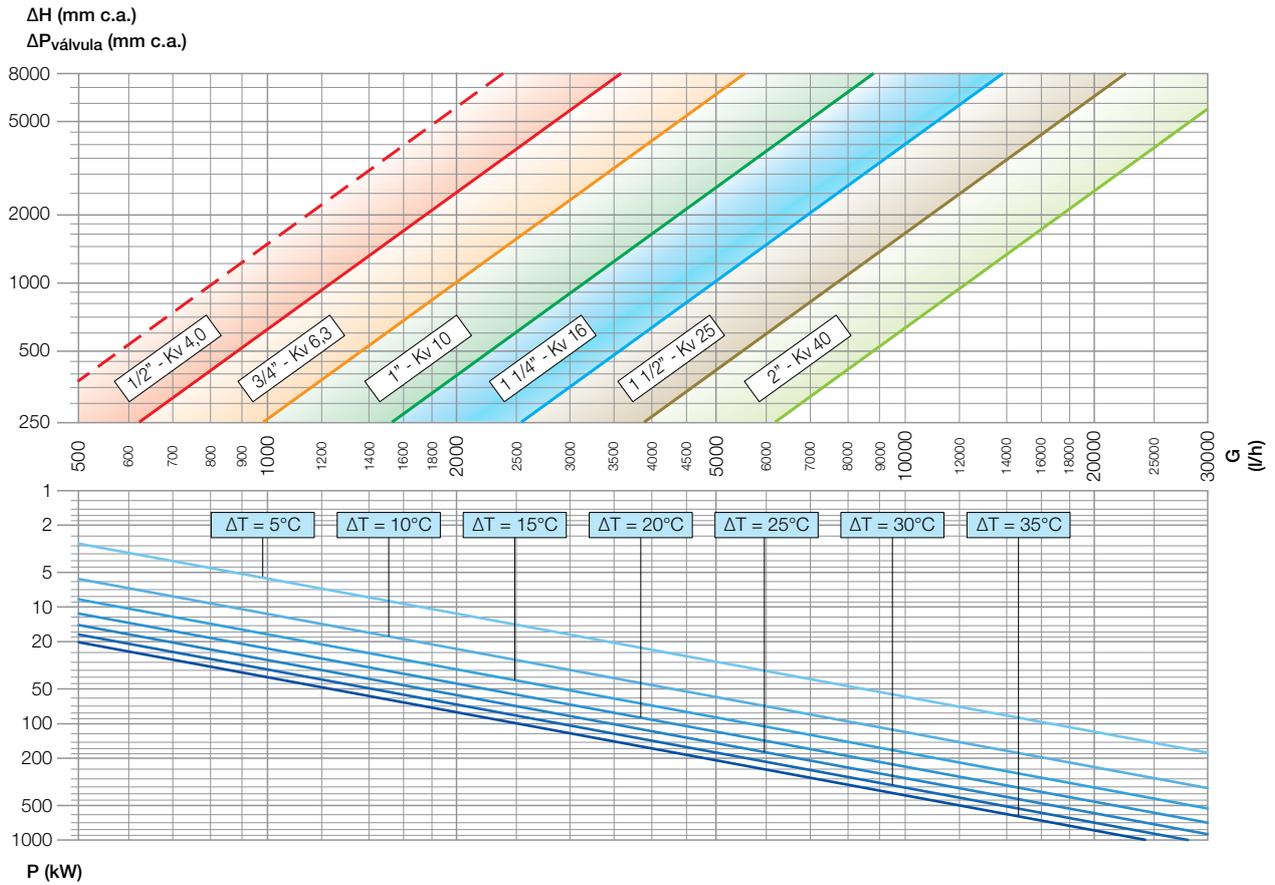
$$a = 2415 / (2415 + 3500) = 0,40$$

Método gráfico:

Mediante el gráfico debajo del gráfico de dimensionamiento, es posible obtener el caudal de diseño encontrando en la línea correspondiente a un diferencial térmico de $25^\circ C$ el punto correspondiente a la potencia térmica de diseño de 90 kW . El punto A se encuentra en correspondencia al valor de altura manométrica ΔH que está en la franja de la válvula de 3/4".

Desde el punto B (intersección entre el caudal G_p y la curva de la válvula escogida) es posible leer la pérdida de carga de la válvula (punto C en el mismo eje).





EL TRATAMIENTO DEL AGUA EN LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

En ediciones anteriores se abordaron, a nivel de diseño de instalaciones, diferentes aspectos que conciernen la optimización y eficiencia de los sistemas de climatización y distribución del agua sanitaria.

El agua es el componente principal en las redes de distribución, por eso sus características representan un aspecto fundamental para reducir los costes de gestión y alargar la vida útil de todo el sistema.

En efecto, si las propiedades del agua son inadecuadas pueden surgir problemas como incrustaciones, corrosiones, depósitos, formaciones microbiológicas, congelación o deterioro del fluido.

SITUACIÓN LEGISLATIVA ACTUAL

El **Decreto interministerial de 26 de junio de 2015**, también conocido por el acrónimo DMISE, además de establecer los métodos de cálculo de las prestaciones energéticas de los edificios y sus parámetros límite, indica los requisitos mínimos y las prescripciones para los sistemas tecnológicos.

Apdo. 2.3.5 del Decreto:

En relación con la calidad del agua utilizada en las instalaciones térmicas para la climatización invernal, con o sin producción de agua caliente sanitaria, sin perjuicio de la aplicación de la norma técnica UNI 8065, siempre es obligatorio un tratamiento de acondicionamiento químico. Para instalaciones con potencia térmica del hogar mayor de 100 kW y agua de alimentación con dureza total mayor de 15 grados franceses, es obligatorio un tratamiento de ablandamiento del agua de la instalación. Para dichos tratamientos, debe consultarse la norma técnica UNI 8065.

Parafraseando el decreto, se deduce que para todo tipo de instalación, cualquiera que sea la potencia de su generador, es obligatorio utilizar acondicionadores químicos para proteger todo el sistema.

Si la instalación tiene una potencia térmica superior a 100 kW y la dureza del agua utilizada para su llenado es superior a 15 °f, además de los dichos tratamientos químicos, es obligatorio utilizar unos sistemas de ablandamiento adecuados para que este parámetro vuelva a estar dentro del límite establecido.

Sin embargo, para conocer los diferentes tipos de tratamiento a utilizar, hay que consultar la norma técnica, recientemente reeditada, **UNI 8065 – Tratamiento del agua en sistemas de climatización, para la producción de agua caliente sanitaria y en instalaciones solares térmicas.**

Además de los requisitos específicos del decreto, este documento ofrece mucha información sobre problemas derivados de un fluido caloportador no conforme, así como posibles soluciones, controles periódicos a realizar y tipo de tratamiento a utilizar.

En el caso específico de los tratamientos, la norma UNI 8065 propone una distinción entre:

- Tratamientos químicos (o internos)
- Tratamientos físicos o químico-físicos (o externos)

Además, al ser múltiples las subcategorías propuestas, la propia norma especifica que los tratamientos (físicos, químico-físicos, químicos) se utilizan, según se precise, de forma individual o combinados entre sí.

La elección del tipo de tratamiento debe realizarse en función de:

- Las características del agua a tratar
- La tipología de instalación
- La potencia global de la instalación térmica

Al integrar lo que establece el Decreto de requisitos mínimos, esto significa que los acondicionadores químicos obligatorios pueden ser diferentes y deben evaluarse caso por caso.

También se puede deducir que lo que es de obligado cumplimiento es lo mínimo imprescindible, que debe complementarse con otras medidas, con el fin de maximizar la eficacia de las actuaciones.

Tratamientos químicos (o internos)

En este artículo vamos a examinar exclusivamente los tratamientos químicos, químico-físicos y físicos para circuito cerrado.

Según establece la normativa, cada tipo de red de distribución utiliza métodos diferentes de tratamiento químico del agua, para alcanzar los siguientes objetivos:

- Inhibición de incrustaciones
- Dispersión de sedimentos
- Inhibición de fenómenos corrosivos
- Corrección del pH
- Control de crecimientos biológicos
- Protección contra el hielo

Los inhibidores de corrosión e incrustación son fundamentales en toda instalación, cualquiera que sea su tipología, para prevenir graves fallos y desperfectos que afectan especialmente los componentes más delicados.

Los sedimentos preexistentes o las impurezas acumuladas pueden poner en marcha o acelerar fenómenos corrosivos e impiden a los aditivos protectores crear una capa homogénea para proteger el sistema. Por esta razón es fundamental, tanto para instalaciones nuevas como para las ya existentes, realizar el lavado con **aditivos químicos dispersores** adecuados.

Para preservar el sistema se recomienda que el valor de pH (medido a 25 °C) se quede en valores próximos al neutro, es decir entre 7 y 8,5. Por ello es muy importante medir este parámetro cada vez que se llena el sistema y, si es preciso, restablecer los valores estándar.

Las instalaciones que trabajan a baja temperatura presentan las condiciones ideales para la proliferación de bacterias y algas que pueden obstruir el paso y formar sedimentos. Por consiguiente, en esta tipología de distribución es obligatoria la utilización de **aditivos biocidas** capaces de limitar o anular totalmente dicha proliferación.

Al caer la temperatura por debajo del cero térmico, el agua puede helarse aumentando su volumen y provocando roturas, fugas y graves daños a las instalaciones y los equipos conectados. Si no fueran posibles ciclos o sistemas tecnológicos para evitar la congelación, hay que prevenir este fenómeno utilizando productos a base de **glicoles atóxicos pasivadores**.

FUNCIÓN	ACCIÓN	OBLIGACIÓN	TIPO DE PRODUCTO
Inhibición de incrustaciones	Impedir que en las superficies de intercambio térmico se formen sedimentos de sales insolubles y disuelven los que ya existen	En todas las tipologías de instalación	
Dispersión de sedimentos	Dispersar los sedimentos y mantenerlos en suspensión evitando su acumulación en las superficies	En todas las tipologías de instalación	
Inhibición de fenómenos corrosivos	Evitar fenómenos corrosivos en todos los materiales presentes en la instalación	En todas las tipologías de instalación	
Corrección del pH	Mantener un pH en un rango neutro-ligeramente alcalino	Para valores de pH que después de la carga están fuera de los límites	
Control de crecimientos biológicos	Prevenir el desarrollo de algas, mohos, hongos y bacterias	En instalaciones que funcionan a baja temperatura	
Protección contra el hielo	Impedir que el agua se congele en el interior de las instalaciones	En instalaciones con riesgo de formación de hielo	

Tratamientos físicos y químico-físicos (o externos)

Los tratamientos químicos obligatorios descritos desarrollan la importante tarea de preservar la salud de los componentes de los sistemas de climatización, generando niveles de protección capaces de prevenir la corrosión y mantener las impurezas en suspensión, evitando la formación de peligrosos sedimentos.

Sin embargo, las partículas de suciedad pueden afectar los pasos más estrechos de los componentes de regulación, las bombas de circulación o los intercambiadores de calor.

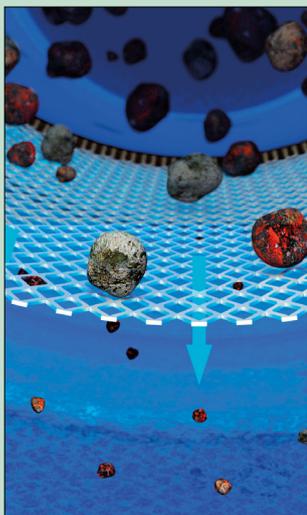
Además, estos tratamientos no pueden controlar la presencia de aire en el interior de los sistemas de distribución.

La revisión de la **norma UNI 8065** sugiere, además de los mencionados sistemas de tratamiento químico, también sistemas físicos o químico-físicos para mejorar y mantener en el tiempo unas altas prestaciones energéticas en los sistemas de climatización.

Los tratamientos previstos son los siguientes:

- Filtrado y/o desfangado
- Desaireación
- Ablandamiento mediante resinas de intercambio iónico
- Remineralización
- Eliminación selectiva de nitratos y otros iones mediante resinas de intercambio iónico
- Desmineralización

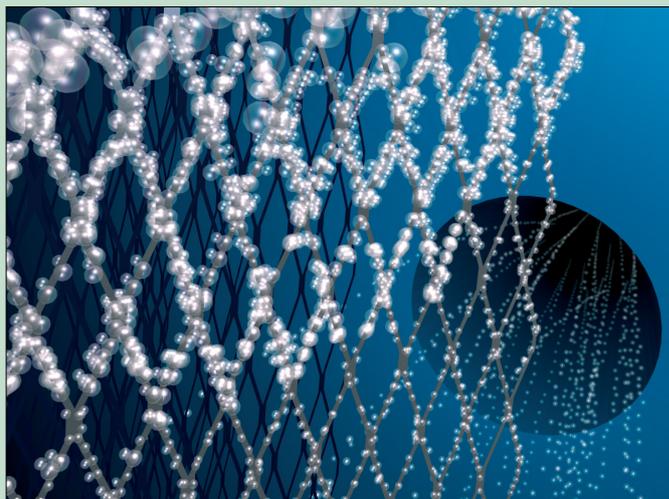
En varias ediciones anteriores hemos explicado la importancia del **desfangado y filtrado** de las impurezas en los sistemas de climatización. La propia norma UNI 8065 sugiere utilizar siempre al menos uno de los dos métodos e incluso la combinación de ambos.



La importancia de estos productos se desprende del hecho de que los inhibidores de incrustación y los dispersores para el lavado no son capaces de eliminar las impurezas presentes en la instalación, sino solo de mantenerlas en suspensión. Es fácil comprender que estos dispositivos deben complementar la acción de los acondicionadores químicos obligatorios, con el fin de maximizar la eficiencia de todo el sistema.

Siempre hay aire en el interior de los sistemas de climatización. A pesar de una carga adecuada y cuidadosa para eliminar los gases que contienen las tuberías, el aire se encuentra disuelto en el agua de llenado. Según la ley de Harry, el aumento de la temperatura o la reducción de la presión del agua originan la separación del aire, generando microburbujas.

Estas microburbujas son arrastradas por el fluido por toda la instalación donde, al cambiar de estado, producen el fenómeno de la cavitación, dañando los órganos de regulación y los rodetes de las bombas.



Para prevenir estos problemas, la norma UNI 8065 sugiere el montaje de **purgadores de aire**, capaces de retener y separar las microburbujas del fluido caloportador, eliminándolas de la instalación a través de la acción de una válvula de purga automática.

La dureza del agua de llenado depende del contenido de bicarbonatos de calcio y magnesio disueltos en el agua y permite comprender su capacidad de originar incrustaciones en el circuito cerrado. El **ablandamiento** es un tratamiento que prevé la sustitución de calcio y magnesio por sodio. Los bicarbonatos de sodio que se liberan en el agua no producen incrustaciones, ni siquiera después de calentarse. Un ablandamiento total (0÷5 °f) vuelve el agua “agresiva” con posibles daños a algunos componentes de la instalación. Por esta razón es preferible mantener un valor de dureza residual entre 5 y 15 °f. Después de llenar la instalación con agua ablandada, es necesario agregar un acondicionador químico.

La **desmineralización** es un tratamiento que elimina la mayoría de las sales presentes en el agua en forma de iones: disminuye la conductividad eléctrica. Normalmente se utilizan lechos de resinas mixtas de intercambio iónico. Puesto que el agua desmineralizada tiene un bajo poder de tampón ante las variaciones de pH, es preferible disminuir la conductividad eléctrica sin llegar a la desmineralización total. Es oportuno agregar un acondicionador químico adecuado después de realizar el llenado con agua desmineralizada.



Pasos operativos

La nueva norma UNI 8065 integra los requisitos del Decreto 26.06.2015 volviendo obligatorias otras actuaciones para lograr la máxima eficiencia energética.

Las actuaciones indicadas en la tabla siguiente deben realizarse independientemente de la potencia del sistema de climatización y la dureza del agua de carga.

Tratamiento obligatorio independientemente de la dureza del agua y la potencia del sistema	Nueva instalación	Instalación modificada
Lavado	✓	
Comprobación de fugas		✓
Saneariento		✓
Filtrado de seguridad del agua de carga de la instalación	✓	✓
Filtrado y/o desfangado del agua de la instalación	✓	✓
Desaireación	✓	✓
Acondicionamiento químico	✓	✓

La obligación de ablandar el agua de carga se aplica con el mismo límite que impone el Decreto de requisitos mínimos, sin embargo la nueva norma UNI 8065 prevé la posibilidad de reemplazar este tratamiento por un sistema de desmineralización, sin perjuicio de la utilización de los tratamientos ilustrados anteriormente.

CALEFFI XS

EXTRA SMALL

EXTRA STRONG



Siempre estamos buscando nuevas soluciones que rediseñen la comodidad. Soluciones confiables, fáciles de instalar y hermosas a la vista como Caleffi XS®. Nuestro filtro separador de suciedad, el más compacto del mercado, con un potente imán interno eXtra, mallas eXtra seguras y muy fácil de inspeccionar gracias a un cuerpo transparente, es un auténtico icono en el formato pequeño eXtra. **GARANTIZADO CALEFFI.**

