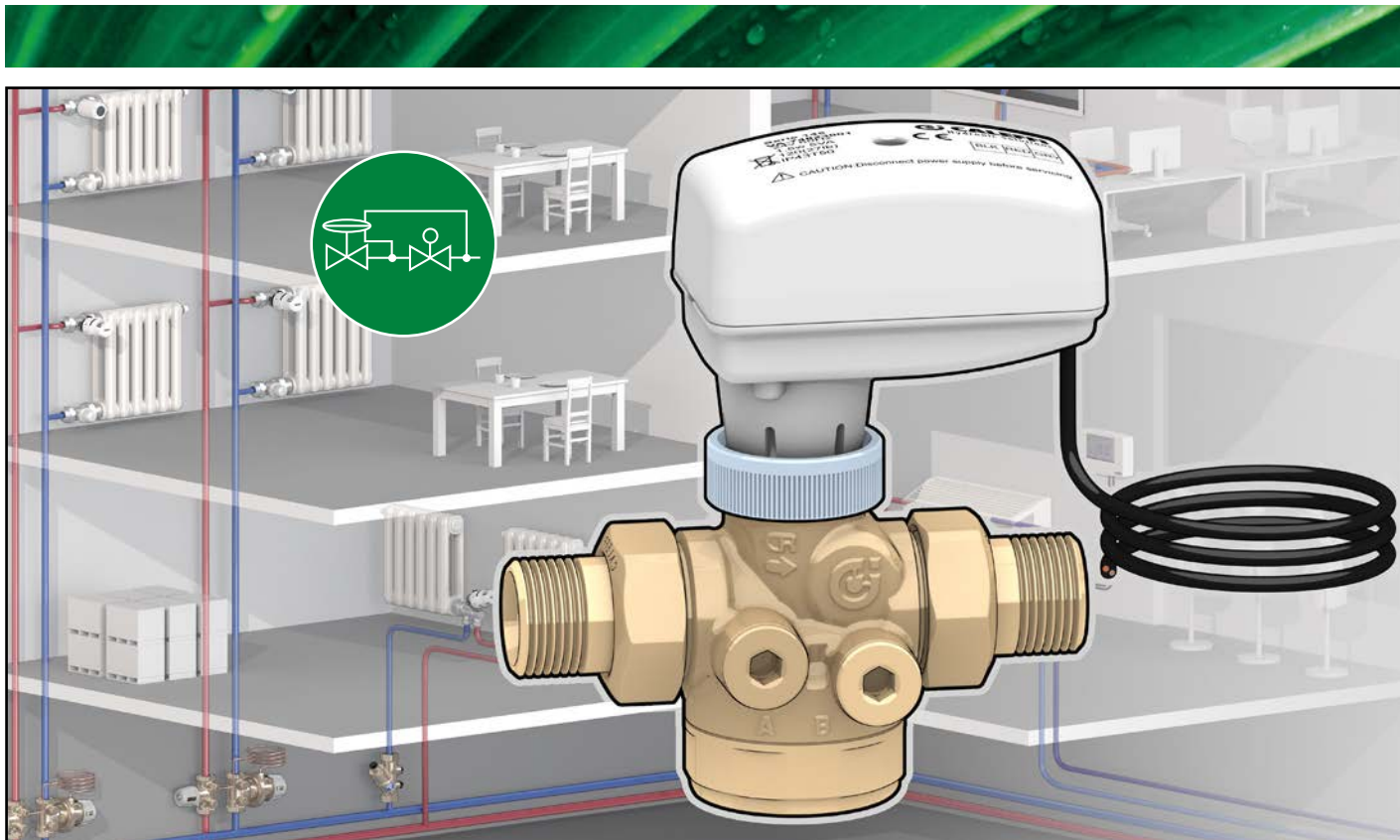


BALANCEAMENTO DINÂMICO DO CAUDAL

CALEFFI
Hydronic Solutions

Regulador de caudal independente da pressão — FLOWMATIC®



Em instalações de caudal variável é frequentemente necessário que exista quer regulação (válvula de zona ON/OFF ou modulante), quer balanceamento para cada terminal de emissão. Tomemos como exemplo as instalações de climatização com ventiloconvetores. Para este tipo de instalação, os estabilizadores automáticos de caudal possuem um campo de aplicação limitado, já que devem ser associados a uma válvula de zona e preveem a regulação fixa do caudal (correspondente à dimensão do cartucho escolhido).

Por sua vez, utilizando o regulador de caudal independente da pressão (FLOWMATIC®) é possível pré-regular o caudal no valor pretendido e regular o circuito através de um atuador ON/OFF ou modulante: duas funções num único dispositivo.

BALANCEAMENTO DINÂMICO DOS CAUDAIS

Estabilizador automático de caudal



Os estabilizadores automáticos de caudal mantêm constante o caudal de fluido que atravessa o circuito em que estão instalados.

Regulação independente da pressão



São reguladores de caudal independentes da pressão (em inglês são indicados com a sigla PICV: Pressure Independent Control Valve). Mantêm o caudal constante no valor pré-fixado à medida que variam as condições de funcionamento. Através do devido atuador podem fazer variar o caudal nominal.

As válvulas de regulação independentes da pressão permitem um dimensionamento muito fácil (evitando cálculos complexos exigidos pelo balanceamento tradicional) e uma eventual reequilibragem, em caso de variações durante a execução do projeto. Além disso, a elevada autoridade da válvula evita a necessidade de cálculos de verificação.

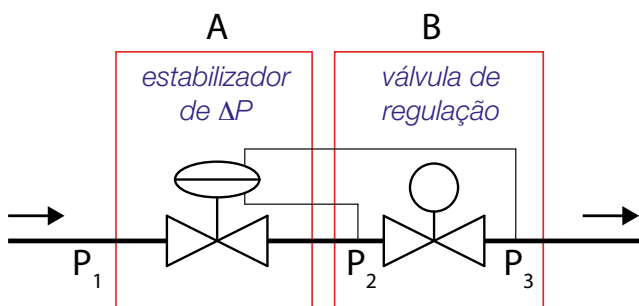
FUNCIONAMENTO E SELEÇÃO

A válvula de regulação independente da pressão (em inglês indicada com a sigla PICV “Pressure Independent Control Valve”) é um dispositivo composto por um estabilizador automático de ΔP (A) e por uma válvula de regulação (B) que pode ser servocomandada.

O estabilizador de ΔP mantém constante a diferença de pressão que atua na válvula de regulação ($P_2 - P_3$). Deste modo, a válvula pode regular os caudais independentemente do diferencial de pressão existente no circuito onde se encontra instalada e, consequentemente, na própria válvula. Ou seja:

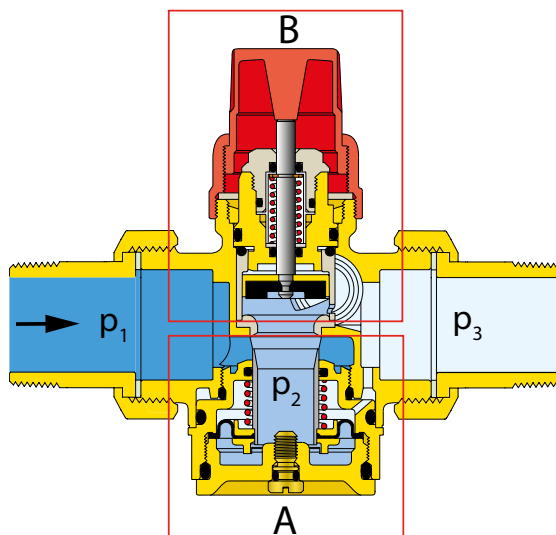
$$P_1 - P_3 = \Delta P \text{ válvula}$$

Se ($P_1 - P_3$) aumentar, o regulador de ΔP interno reage fechando a passagem e mantendo ($P_2 - P_3$) = constante; nestas condições, o caudal permanecerá constante.

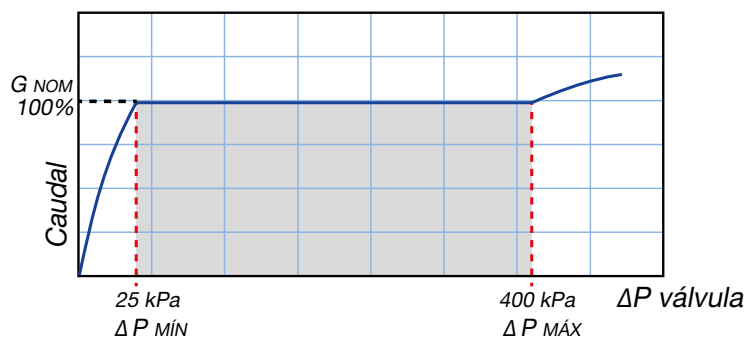


P_1 = pressão a montante
 P_2 = pressão intermédia
 P_3 = pressão a jusante

$$P_2 - P_3 = \text{const}$$



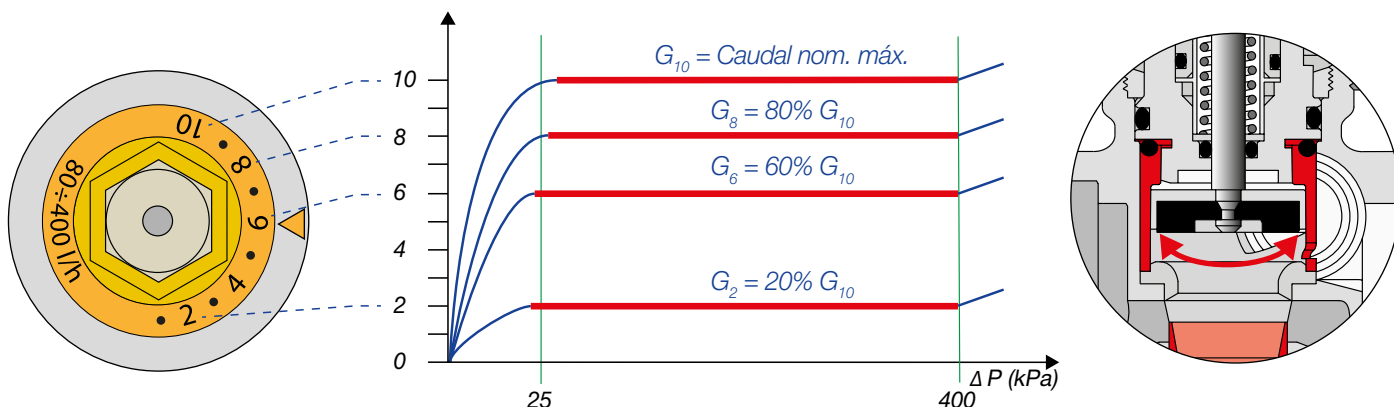
O caudal é então estabilizado num valor constante dentro de um campo de pressão diferencial, como acontece com os estabilizadores de caudal abordados no foco técnico anterior;



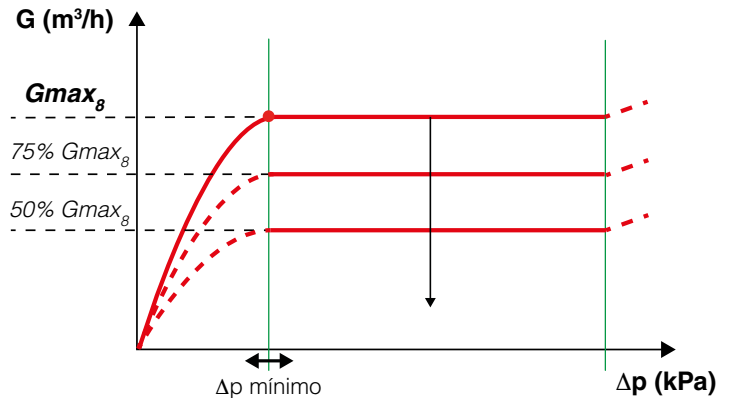
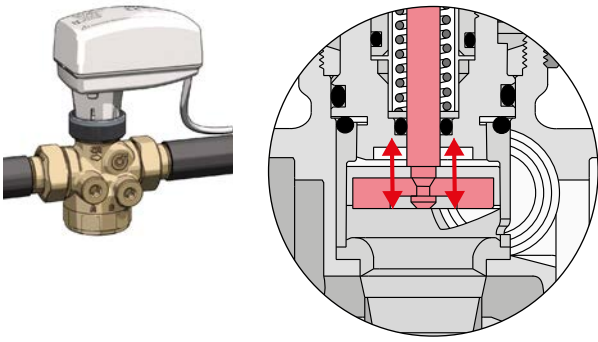
$$P_1 - P_3 = \Delta P \text{ válvula}$$

ao contrário de um estabilizador de caudal, a válvula possui um dispositivo de regulação (B) que controla o caudal modificando a sua secção de passagem (basicamente, modificando o K_v da válvula) e pode ser regulada em valores diferentes de duas formas diversas:

- **pré-regulação do caudal máximo.** Obtida ao fazer variar mecanicamente a posição da janela de regulação no obturador:



- **regulação do caudal** através da utilização de um atuador modulante que atua sobre o obturador. Após se fixar o valor máximo do caudal, é possível fazê-lo variar, partindo do valor máximo pré-regulado G_{MAX} até ao zero.



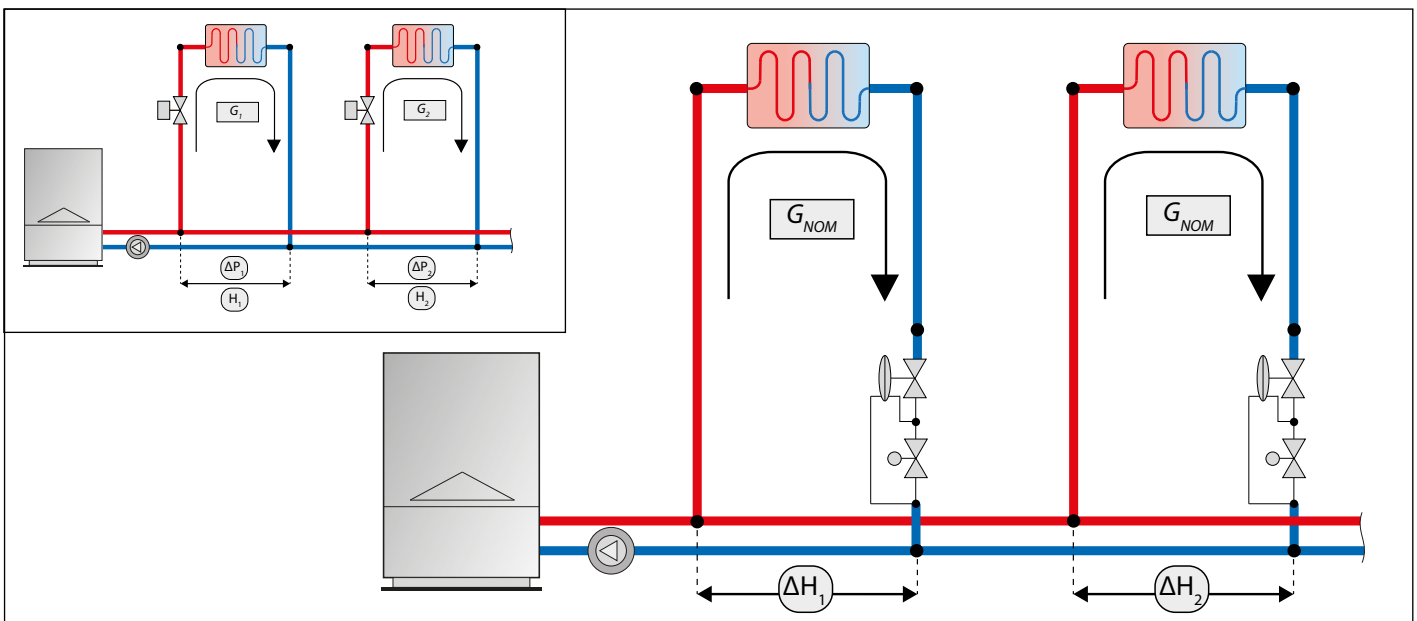
ESCOLHA DA DIMENSÃO E DO CAMPO DE CAUDAL

- A escolha do cartucho deve ser realizada com base no caudal nominal de projeto. Uma vez que cada cartucho tem um respetivo campo de caudal, identificam-se primeiramente os que abrangem o caudal de projeto. Entre estes, em regra geral, dá-se preferência ao que tiver um intervalo mais pequeno.
- Com base no valor de caudal nominal, avalia-se a posição de pré-regulação do caudal máximo para o cartucho escolhido.
- A escolha da medida da ligação é realizada consoante as necessidades, com base nas disponíveis para o cartucho escolhido.

O CIRCUITO SECUNDÁRIO

Os circuitos secundários ligados a um circuito primário através das linhas de distribuição estão sujeitos a alturas manométricas distintas, que dependem da configuração do circuito de distribuição.

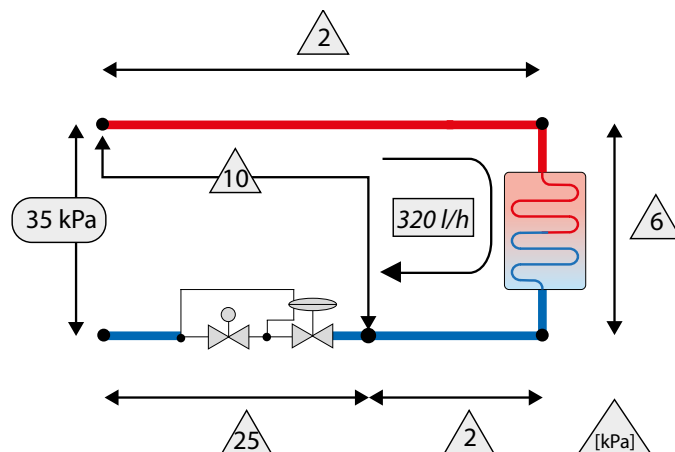
Dois circuitos idênticos calculados para terem um caudal nominal G_{NOM} ligados a um circuito primário estão assim sujeitos a alturas manométricas diferentes (H_1 e H_2), que geram nos respetivos circuitos caudais diferentes (G_1 e G_2) dos de projeto e, por isso, perdas de carga distintas (ΔP_1 e ΔP_2) da perda de carga nominal de projeto.



O balanceamento dinâmico do caudal de um circuito secundário consiste em introduzir, no interior de cada circuito, uma válvula de regulação independente da pressão, que neutralize a influência do circuito de distribuição primário, sobretudo no caso de cargas muito variáveis. Além disso, este tipo de válvula permite ainda parcializar o caudal no circuito secundário, sempre na condição de circuito balanceado. Basicamente, no esquema anterior é inserida uma FLOWMATIC® em cada circuito secundário, escolhida com base no caudal nominal G_{NOM} .

CIRCUITO BALANCEADO: condição inicial

Os elementos que compõem um circuito de limitação que controla o caudal são essencialmente: as linhas de distribuição caracterizadas por perdas distribuídas e concentradas, uma válvula de zona (ou de regulação) e o terminal de emissão. Caso se utilize uma válvula de regulação FLOWMATIC® já não será necessário utilizar uma válvula de zona (ou de regulação), uma vez que este tipo de válvula realiza em simultâneo as duas funções: balanceamento e regulação. Para exemplificar a situação, apresenta-se um exemplo numérico. O circuito em questão tem um G_{NOM} de 320 l/h.



Se, nos terminais do circuito, persistir uma altura manométrica H de 35 kPa, para se obter um caudal constante no circuito, deve inserir-se uma válvula de regulação independente da pressão que absorva o excesso de pressão diferencial. Para um caudal nominal de 320 l/h os componentes do circuito possuem perdas de carga iguais a:

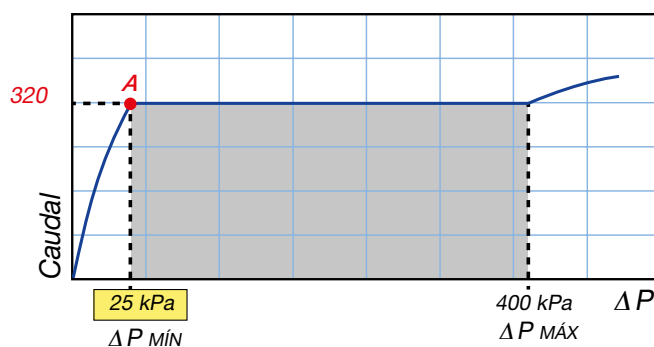
ΔP distribuídas e concentradas de dois segmentos = 4 kPa

Δp sistema de emissão = 6 kPa.

A altura manométrica que a válvula FLOWMATIC® deve absorver é igual a $35 - 10 = 25$ kPa, igual ao valor mínimo (25 KPa) e, por isso, funciona corretamente dentro do campo de regulação.

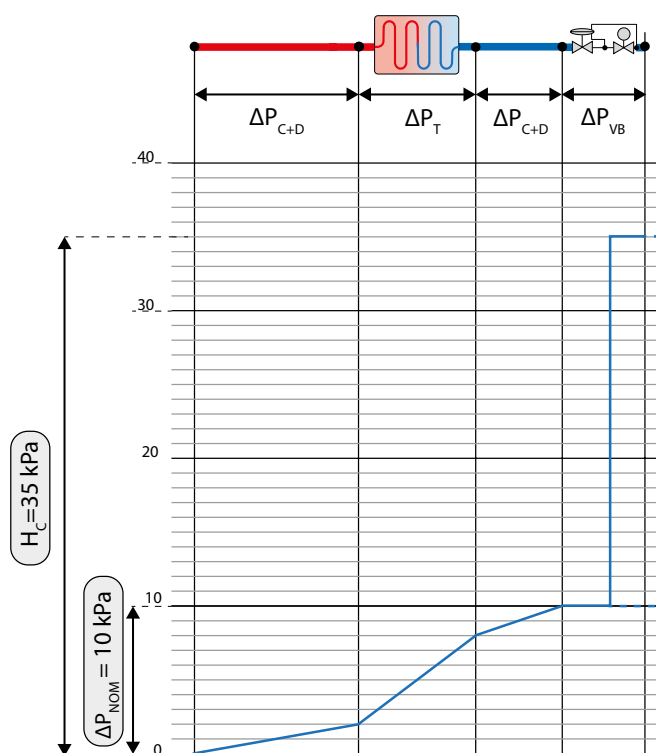
Para garantir o caudal nominal, a válvula autorregula-se de forma a atingir um valor de K_v de:

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{G}{\sqrt{\Delta P_{VB}}} = 0,01 \cdot \frac{320}{\sqrt{25}} = 0,64 \text{ m}^3/h$$

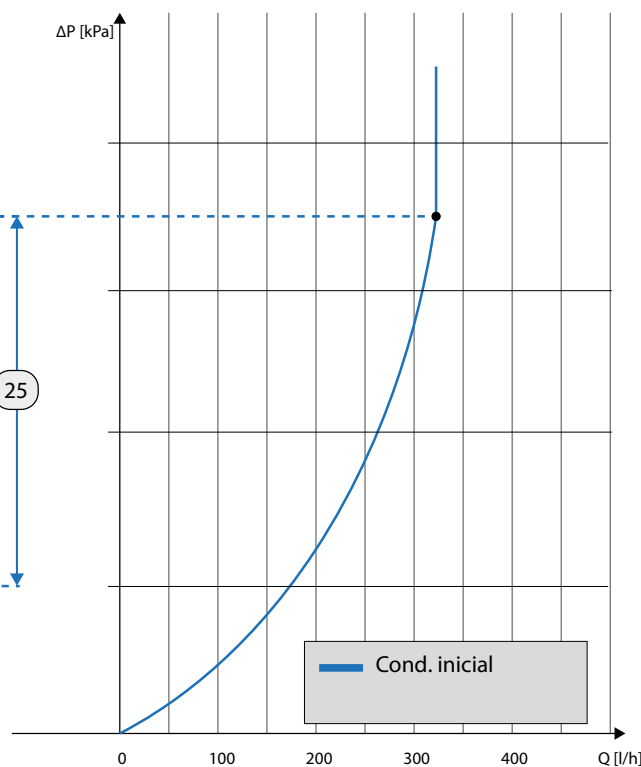


Como se verifica no diagrama, a perda de carga de projeto do circuito sem válvula de regulação é de 10 kPa, a altura manométrica que persiste no circuito é de 35 kPa, logo o excesso de altura manométrica de 25 kPa deve ser absorvido pela válvula de balanceamento.

Gráfico de perdas de carga



Curvas de funcionamento do circuito



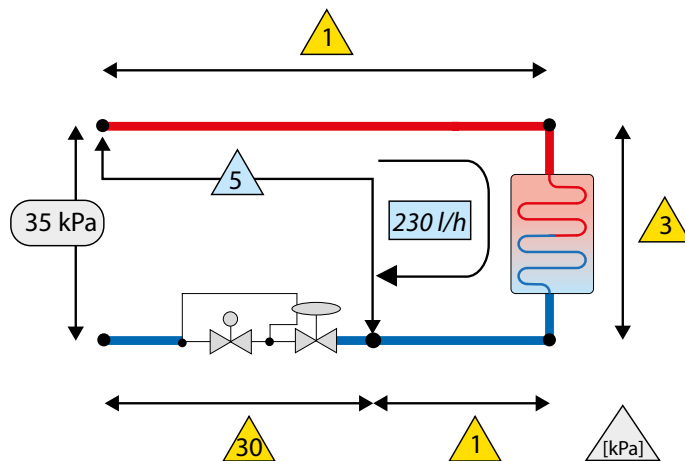
CIRCUITO BALANCEADO: regulação do caudal

Como mencionado, através de um atuador é possível regular diretamente na válvula FLOWMATIC® o caudal de passagem para o circuito secundário. Coloque-se a hipótese que se verificavam as mesmas condições de altura manométrica (H) de 35 kPa a montante do circuito secundário, e que seria necessário reduzir o caudal a 230 l/h. Ao diminuir o caudal, as perdas de carga dos restantes componentes que compõem o circuito secundário reduzem-se nas seguintes proporções:

ΔP distribuídas e concentradas de dois segmentos = 2 kPa
 Δp sistema de emissão = 3 kPa.

Nestas condições, a perda de carga nominal passaria assim de 10 a 5 kPa.

Se, nos terminais do circuito, persistir um valor constante de altura manométrica (H) de 35 kPa, a válvula FLOWMATIC® deverá adaptar o seu valor de Kv automaticamente para absorver o excesso de altura manométrica de $35 - 5 = 30$ kPa.



$$Kv = 0,01 \cdot \frac{G}{\sqrt{\Delta P_{VB}}} = 0,01 \cdot \frac{230}{\sqrt{30}} = 0,42 \text{ m}^3/\text{h}$$

O valor de Kv da FLOWMATIC® passará assim de 0,64 a 0,42 m³/h. Esta variação de Kv, devendo-se à regulação do caudal, ocorre através do movimento do obturador do componente B da válvula, como na figura.

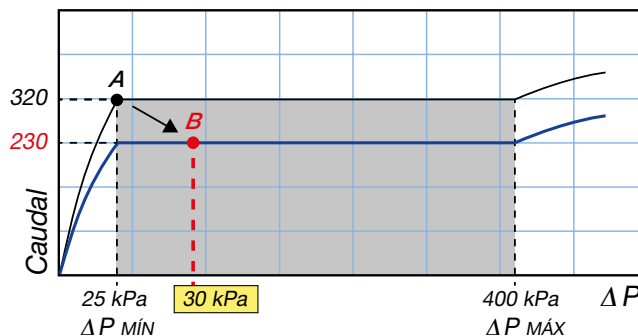
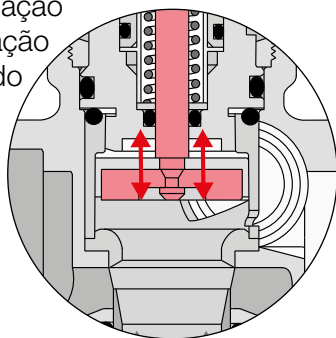
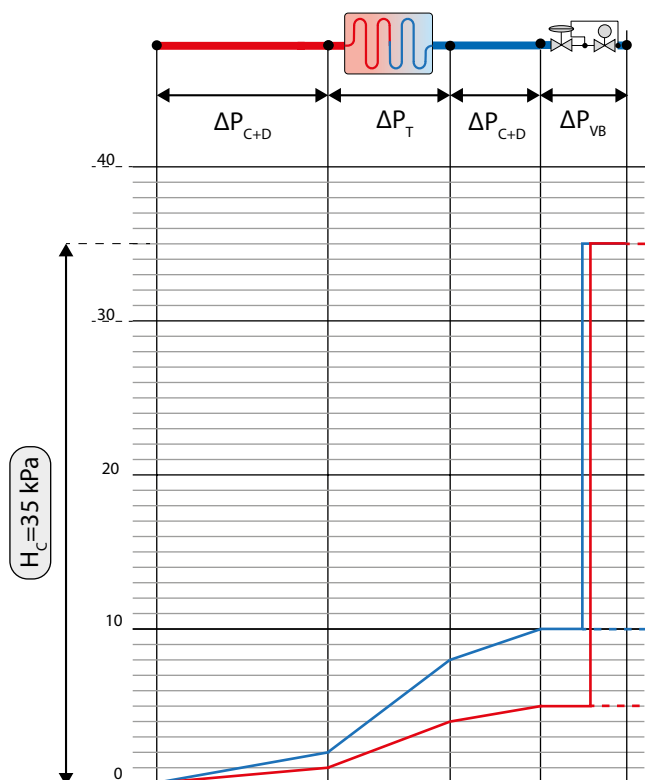
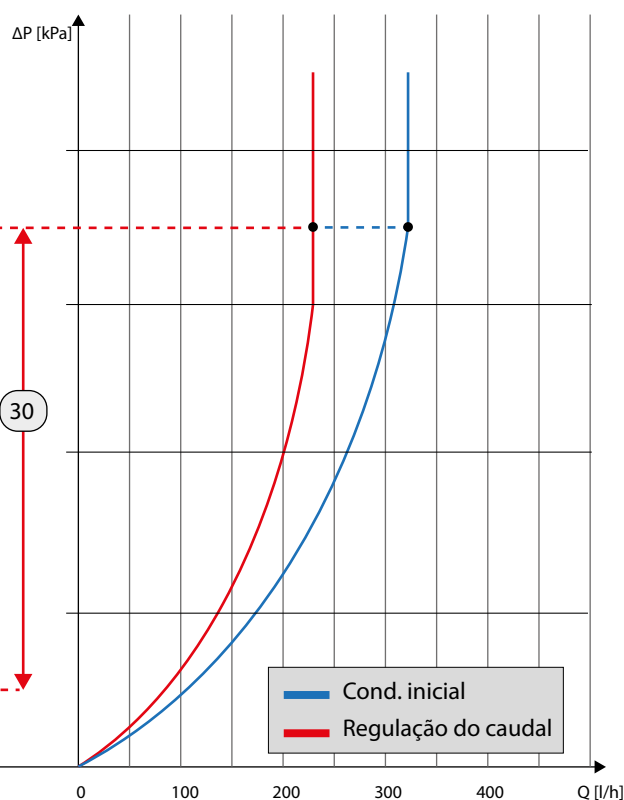


Gráfico de perdas de carga



Curvas de funcionamento do circuito



CIRCUITO BALANCEADO: aumento da altura manométrica

Se, nas novas condições de caudal regulado a 230 l/h, ocorrer um aumento da altura manométrica no circuito primário de 35 a 40 kPa, a FLOWMATIC® deverá absorver este aumento para manter o caudal constante no novo valor regulado.

Neste caso, a perda de carga da parte residual do circuito será sempre 5 kPa (caudal constante).

A válvula deverá adaptar-se dinamicamente para absorver a nova altura manométrica,

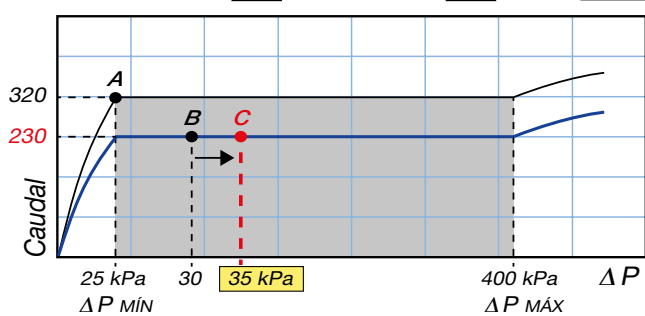
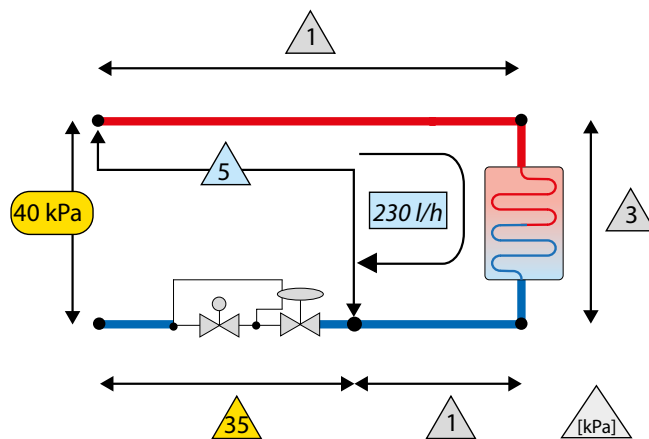
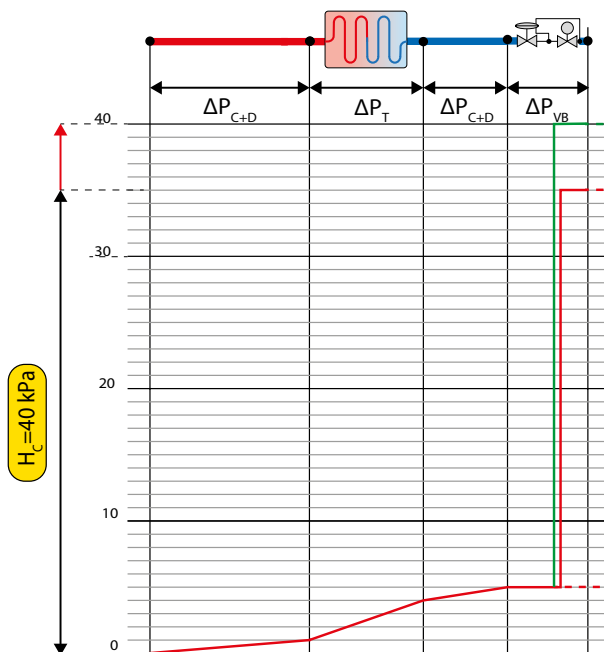
especificamente 40-5 = 35 kPa.

A válvula reduz assim a sua secção de passagem, graças ao componente A, para manter constante o valor de $P_2 - P_3$ nos terminais da válvula de regulação.

O novo valor de Kv da válvula será:

$$Kv = 0,01 \cdot \frac{G}{\sqrt{\Delta P_{VB}}} = 0,01 \cdot \frac{230}{\sqrt{35}} = 0,39 \text{ m}^3/\text{h}$$

Gráfico de perdas de carga



Curvas de funcionamento do circuito

As válvulas FLOWMATIC® são ideais em unidades terminais ou zonas nas quais se pretenda realizar uma simples lógica de controlo ON/OFF, ou quando for necessário realizar uma modulação do caudal em função da carga térmica, graças à utilização de um servocomando proporcional.



Visite Caleffi no Youtube
youtube/CaleffiVideoProjects

CALEFFI
Hydronic Solutions

DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA: CATÁLOGO TÉCNICO 01262

RESERVAMO-NOS O DIREITO DE INTRODUIR MELHORIAS E MODIFICAÇÕES NOS PRODUTOS DESCRITOS E NOS RESPECTIVOS DADOS TÉCNICOS, A QUALQUER ALTURA E SEM AVISO PRÉVIO.

CALEFFI Portugal

Sede: Urbanização das Austrálias, lote 17, Milheirós · Apartado 1214, 4471-909 Maia Codex
Telef. +351 229619410 · Fax +351 229619420 · caleffi.sede@caleffi.com · www.caleffi.com ·
Filial: Talaiade Park, Edif. A1 e A2, Estrada Octávio Pato 2785-601 São Domingos de Rana
Telef. +351 214227190 · Fax +351 214227199 · caleffi.filial@caleffi.com · www.caleffi.com ·

CALEFFI Brasil

Sede: Rua Tabapuã nº 821 conj. 125, CEP - 04533-013, Itaim Bibi, São Paulo - SP
Telef. +55 11 2362 4903 · Fax +55 11 2362 4907 · comercial.br@caleffi.com · www.caleffi.com ·