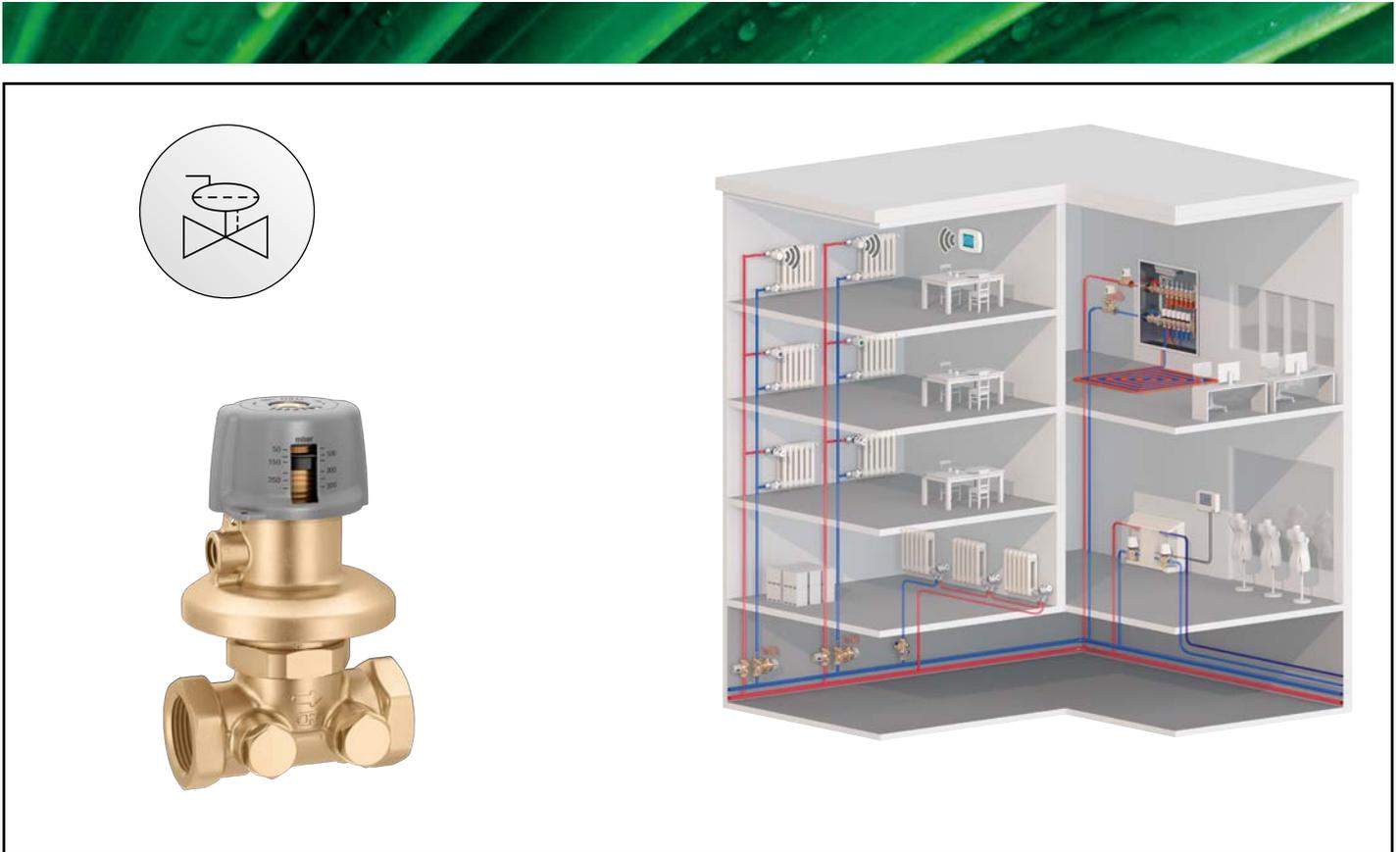


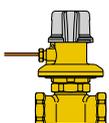
# REGULAÇÃO DA PRESSÃO DIFERENCIAL



Os sistemas de climatização de vazão variável (especialmente os de tamanho médio-grande) funcionam, se não estiverem balanceados corretamente, com fortes desequilíbrios hidráulicos e térmicos resultantes de vazões diferentes das necessárias. No passado, a variação das pressões diferenciais ao longo do circuito de distribuição era mantida sob controle com válvulas de bypass diferenciais: nesses dispositivos, o obturador abre o caminho de bypass somente quando a pressão diferencial excede a pressão de calibração de a válvula. Desta forma, evitam-se pressões diferenciais muito altas entre dois pontos de um circuito, mas acima de tudo a vazão no circuito principal permanece constante (necessário para que caldeiras tradicionais e bombas de velocidade fixa funcionem corretamente). Com a introdução de bombas de velocidade variável, no entanto, não é mais necessário manter uma vazão constante em circulação. Portanto, são usados reguladores de pressão diferencial que, mantendo a pressão diferencial constante entre dois pontos de um circuito, permitem que apenas a vazão necessária seja mantida em circulação.

## REGULAÇÃO DA PRESSÃO DIFERENCIAL

### Regulador de pressão diferencial



Mantém constante, no valor estabelecido, a diferença de pressão entre dois pontos de um circuito hidráulico, modulando a vazão. A vazão na linha de distribuição principal varia de acordo com a solicitação do equipamento terminal.

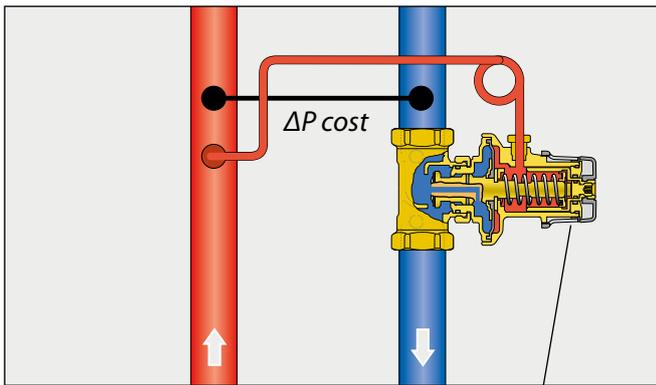
### Válvula de bypass diferencial



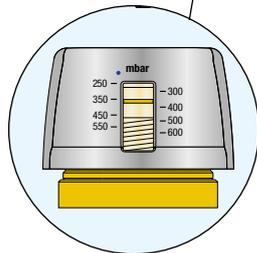
Mantém constante, no valor estabelecido, a diferença de pressão existente entre dois pontos de um circuito hidráulico, graças a um by-pass entre a ida e o retorno. A vazão na linha de distribuição principal permanece constante.

## FUNCIONAMENTO E REGULAÇÃO

Os reguladores  $\Delta p$  são usados para manter constante a diferença de pressão entre dois pontos de um circuito. Para isso, combinam a ação de uma membrana de equilíbrio e uma mola que atua como contraste



*Manípulo com escala de regulação de pressão diferencial para selecionar diretamente na válvula*



A membrana é acionada pela diferença de pressão entre a câmara de alta pressão (vermelho) e a câmara de baixa pressão (azul).

Em regime permanente (ou seja, com pressões diferenciais constantes), o diafragma (dependendo das resistências existentes nas 2 câmaras) faz com que o obturador conectado a ele seja posicionado, a fim de garantir o  $\Delta p$  solicitado no manípulo de regulação.

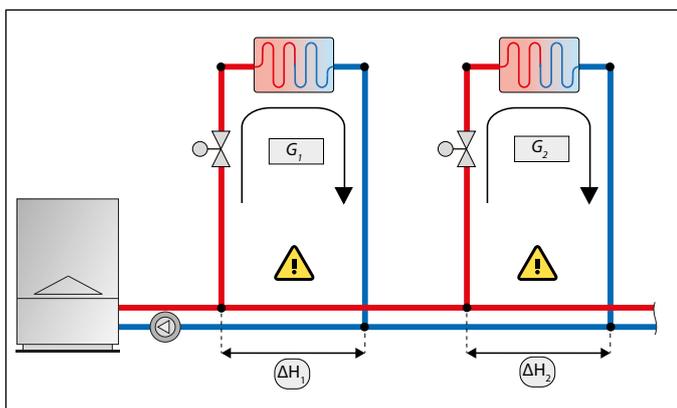
Se a pressão entre as duas câmaras sofrer variações (causadas, por exemplo, pela abertura e fechamento das válvulas termostáticas), a membrana, devido às novas condições, se estende ou contrai e atua sobre o obturador conectado a ela, variando automaticamente o valor Kv da válvula para restaurar a regulação de  $\Delta p$ .

Os reguladores  $\Delta p$  devem ser instalados nos tubos de retorno, uma vez que a câmara de baixa pressão é fornecida diretamente pelo fluido que passa por ela.

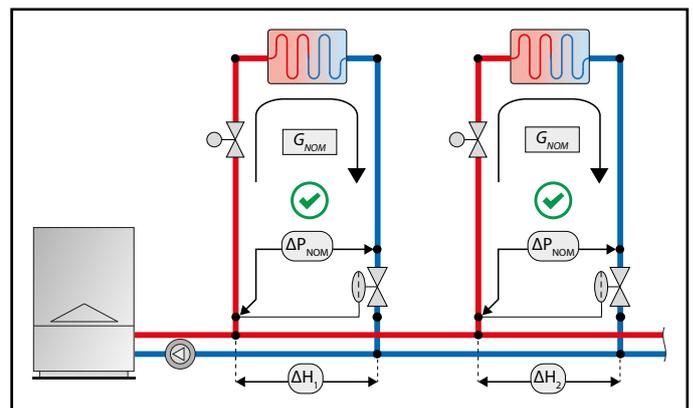
## O CIRCUITO SECUNDÁRIO

Os circuitos secundários conectados a um circuito primário através das linhas de distribuição estão sujeitos a diferentes alturas manométricas, dependendo da forma do circuito de distribuição.

Dois circuitos idênticos calculados para ter uma vazão  $G_{NOM}$  nominal ligado a um circuito primário estão, portanto, sujeitos a diferentes alturas manométricas ( $\Delta H_1$  e  $\Delta H_2$ ) que geram nos respectivos circuitos diferentes vazões ( $G_1$  e  $G_2$ ) daquelas nominais.



*Instalación no equilibrada*



*Instalação balanceada com reguladores  $\Delta p$*

O balanceamento dinâmico de um circuito secundário para a manutenção do  $\Delta p$  constante consiste na introdução de uma válvula  $\Delta p$  com dupla funcionalidade dentro de cada circuito na linha de retorno:

- Manter os circuitos independentes das variações de carga do circuito primário e permitir que as válvulas de balanceamento, dentro do circuito secundário, operem com autoridade.
- No caso de um circuito secundário formado por várias colunas nas quais várias válvulas de controle são inseridas, minimizar a influência entre elas durante os transientes de operação.

Desta forma, não apenas em condições estáticas, mas em qualquer situação de carga, cada circuito secundário é alimentado com a vazão nominal do projeto  $G_{NOM}$ .

## CIRCUITO BALANCEADO

### Condições iniciais

Os elementos que compõem um circuito com controle de vazão são essencialmente: linhas de distribuição caracterizadas por perdas distribuídas e localizadas, uma válvula de controle e a serpentina do equipamento terminal. Para ilustrar a situação, um exemplo numérico é introduzido. Entre os pontos A e B do circuito em teste, na vazão de projeto  $G_{NOM}$  de 300 l/h, a queda de pressão nominal  $\Delta p_{NOM}$  é igual a 10 kPa.

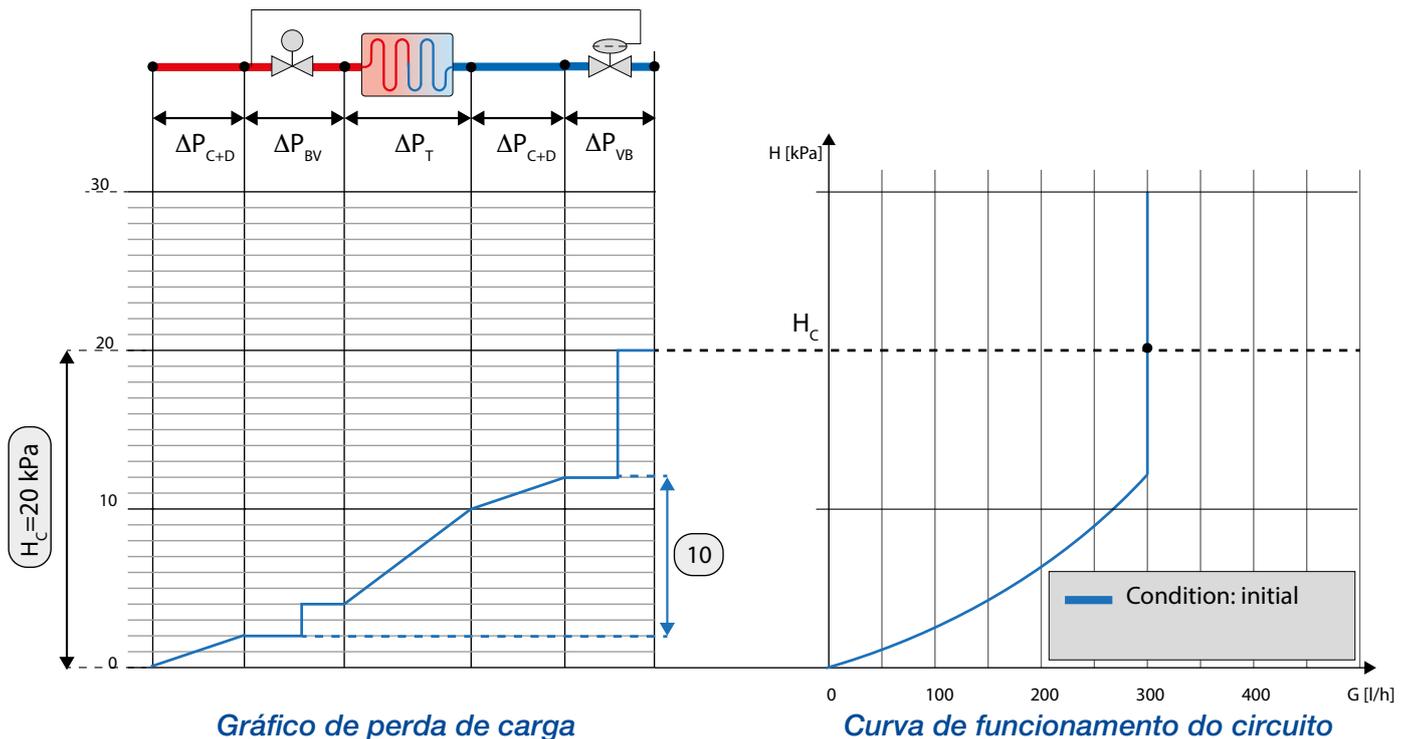
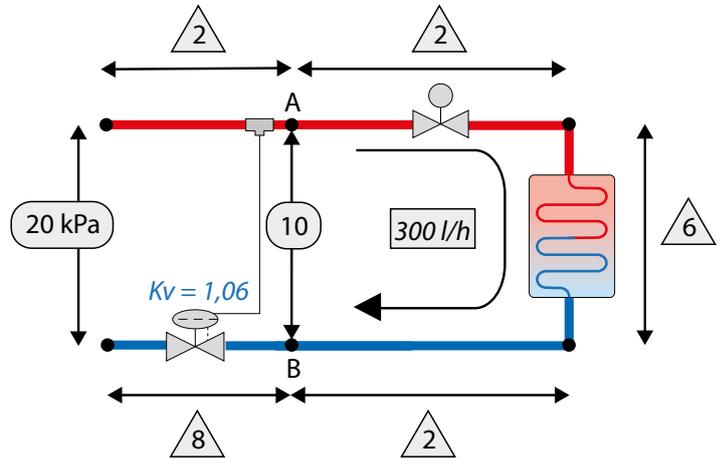
Se uma altura manométrica  $H_C$  de 20 kPa ocorrer na entrada do circuito, para ter uma vazão constante e controlável dentro do circuito, um regulador de pressão diferencial deve ser inserido. Mantendo desta forma a diferença de pressão entre os pontos A e B do circuito a 10 kPa, absorvendo o excesso de pressão diferencial disponível a montante. Portanto, o regulador deve ser calibrado para um valor de 10 kPa. O valor de projecto pode ser antecipado diretamente através do manípulo de regulação a 100 mbar (10 kPa). Como a altura do manométrica disponível a montante do circuito ( $H_C$ ) é igual a 20 kPa e as perdas distribuídas a montante do regulador ( $\Delta p_{C+D}$ ) igual a 2 kPa, a perda de pressão gerada pelo regulador de pressão diferencial ( $\Delta p_{\Delta P}$ ) deve ser igual a

$$\Delta P_{\Delta P} = H_C - \Delta P_{NOM} - \Delta P_{C+D}$$

$$\Delta P_{\Delta P} = 20 - 10 - 2 = 8 \text{ kPa}$$

Para garantir a vazão nominal, a válvula ajusta-se para ter um valor de Kv igual a:

$$Kv = 0,01 \cdot \frac{G}{\sqrt{\Delta P_{\Delta P}}} = 0,01 \cdot \frac{300}{\sqrt{8}} = 1,06 \text{ m}^3/\text{h}$$



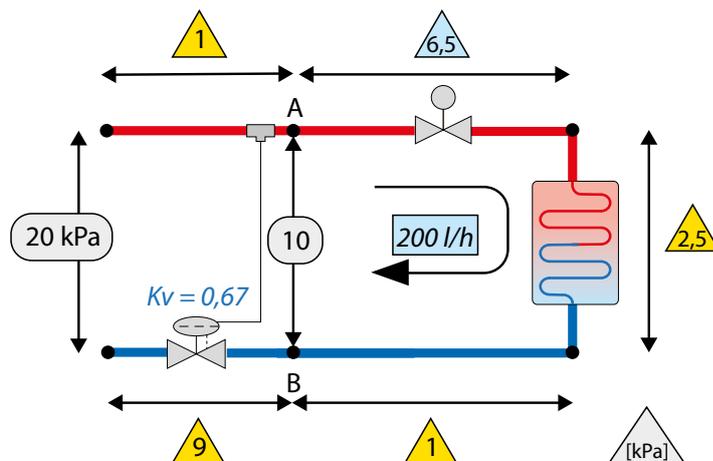
## CIRCUITO BALANCEADO

### Regulação da vazão no circuito secundário

Com uma altura manométrica constante na base do circuito igual a 20 kPa, se por razões de regulação for necessário diminuir a vazão de 300 para 200 l/h, a válvula reguladora deve aumentar sua perda de pressão que irá de 2 a 6,5 kPa.

O regulador manterá a pressão diferencial constante nas extremidades do circuito, compensando as perdas distribuídas mais baixas e do fancoil, levando a uma perda de pressão de 8 a 9 kPa. Nesta situação, o obturador da válvula terá que reduzir a seção de passagem para diminuir o Kv de um valor inicial igual a 1,06 para um valor de:

$$Kv = 0,01 \cdot \frac{G}{\sqrt{\Delta P_{VB}}} = 0,01 \cdot \frac{200}{\sqrt{9}} = 0,67 \text{ m}^3/\text{h}$$



O novo valor de Kv é muito menor porque a válvula aumentou sua queda de pressão de 8 para 9 kPa, mas em uma condição de vazão reduzida de 300 a 200 l/h; Para se adaptar à nova condição de trabalho, o obturador é colocado mais perto da sede.

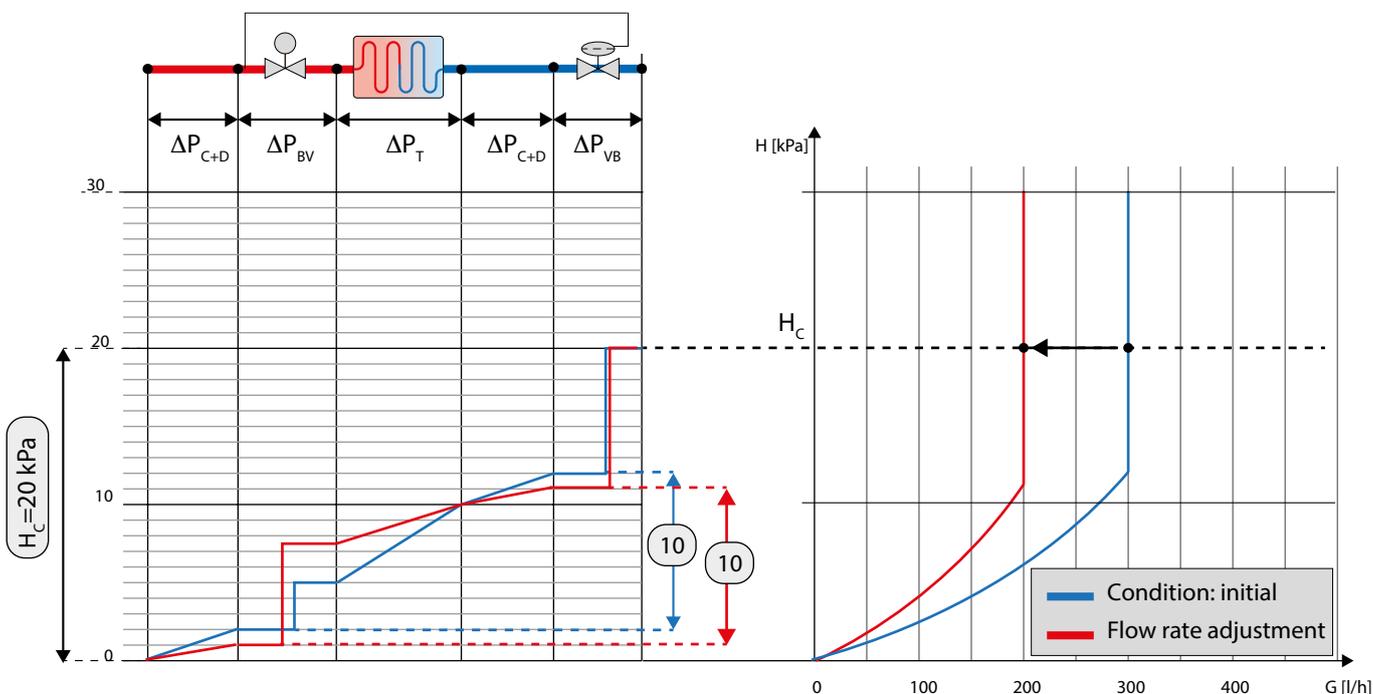
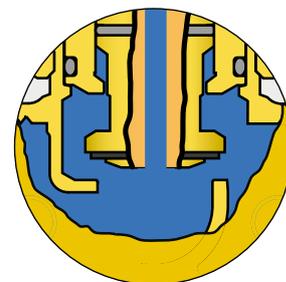


Gráfico de perda de carga

Curva de funcionamento do circuito

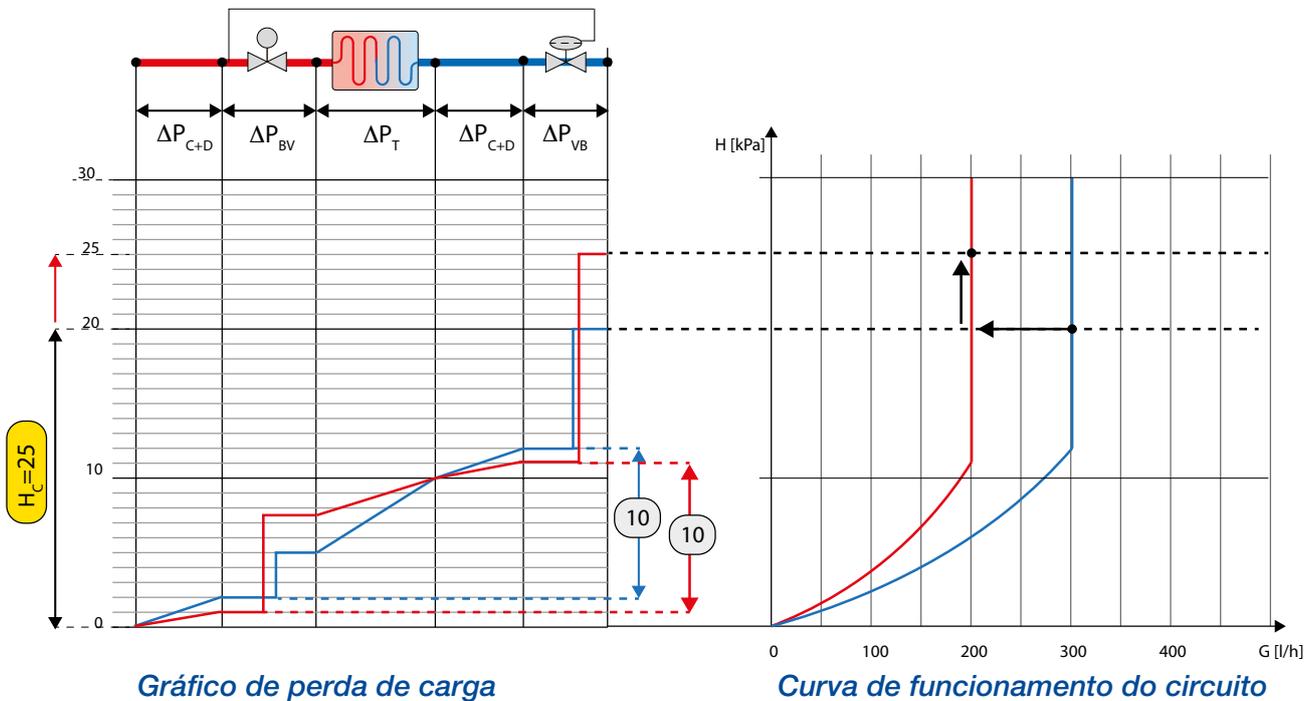
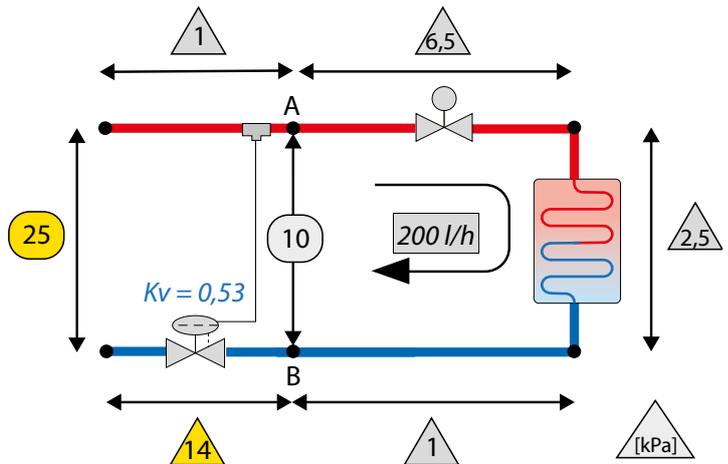
## CIRCUITO BALANCEADO

### Aumento da altura manométrica no circuito primário

Seguindo o caso anterior, se o circuito secundário com uma vazão definida de 200 l/h experimentasse um aumento na altura manométrica de 20 a 25 kPa, este aumento seria completamente absorvido pelo regulador  $\Delta p$ .

De fato, mantendo um diferencial controlado de 10 kPa no circuito, a vazão permanece inalterada. Para conseguir este efeito, o regulador deve gerar uma queda de pressão de 14 kPa, nesta situação o obturador da válvula deve reduzir sua seção para alterar o Kv de um valor de 0,67 para um valor de:

$$Kv = 0,01 \cdot \frac{G}{\sqrt{\Delta P_{VB}}} = 0,01 \cdot \frac{200}{\sqrt{14}} = 0,53 \text{ m}^3/\text{h}$$



O uso de válvulas de regulagem de pressão diferencial é indicado em circuitos que fornecem condições de operação "dinâmicas", isto é, sujeitas a variações de carga (modulação on/off) que produzem flutuações contínuas na atuação da pressão diferencial nos circuitos.

Um exemplo típico é representado pelos sistemas montantes com válvulas termostáticas.



Visite a Caleffi no youtube  
youtube/CaleffiVideoProjects

**CALEFFI**  
Hydronic Solutions

DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA: FICHA TÉCNICA 01250

RESERVAMOS O DIREITO DE FAZER MELHORIAS E MODIFICAÇÕES NOS PRODUTOS DESCRITOS E NOS DADOS TÉCNICOS, A QUALQUER MOMENTO, E SEM AVISO PRÉVIO

Caleffi S.p.A. · S.R. 229 n. 25 · 28010 Fontaneto d'Agogna (NO) · Italy  
Tel. +39 0322 8491 · Fax +39 0322 863723  
info@caleffi.com · www.caleffi.com · © Copyright 2018 Caleffi

0852118PT