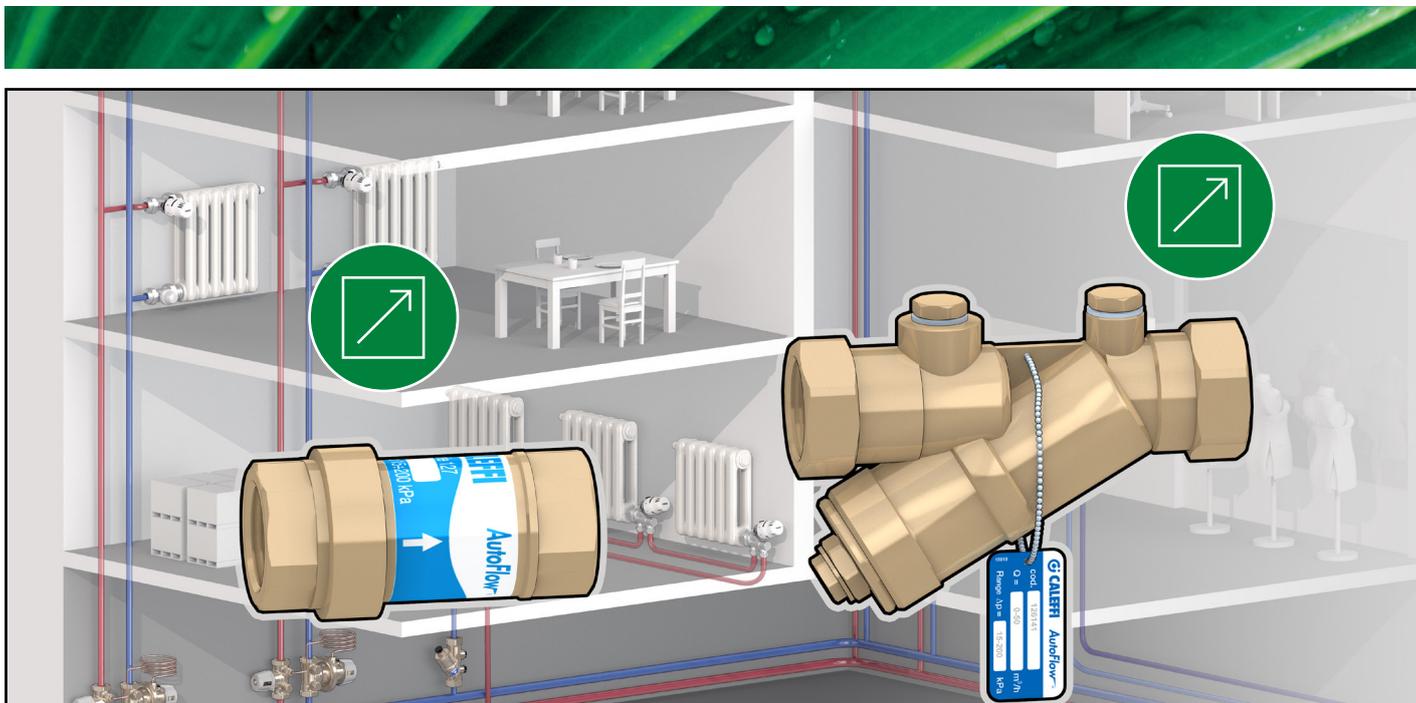


BALANCEAMENTO DINÂMICO DO CAUDAL

CALEFFI
Hydronic Solutions

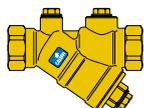
Estabilizador automático de caudal - AUTOFLOW®



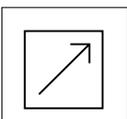
As instalações de caudal variável são as mais difíceis de balancear, pois as pressões diferenciais e, por isso os caudais em rede, variam continuamente em função da posição de abertura ou de fecho das válvulas de 2 vias. Estas variações apenas podem ser mantidas sob controlo com dispositivos de balanceamento que trabalhem em condições dinâmicas, ou seja, em posições variáveis. Nas instalações de caudal variável, os dispositivos de tipo estático só podem servir para limitar os caudais máximos, mas não conseguem fazer face à natureza dinâmica (isto é, à contínua variação de pressões e caudais) que caracteriza o funcionamento destas instalações.

BALANCEAMENTO DINÂMICO DO CAUDAL

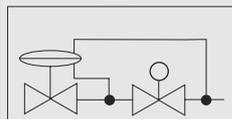
Estabilizador automático de caudal



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



Válvula de regulação independente da pressão

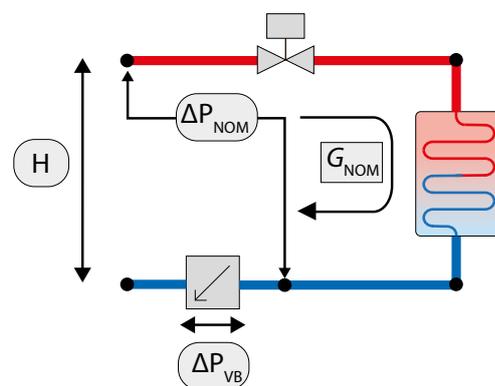


São reguladores de caudal independentes da pressão (em inglês são indicados com a sigla PICV: *Pressure Independent Control Valve*). Mantêm o caudal constante no valor pré-fixado à medida que variam as condições de funcionamento. Através do devido atuador podem fazer variar o caudal nominal.

FUNCIONAMENTO E SELEÇÃO

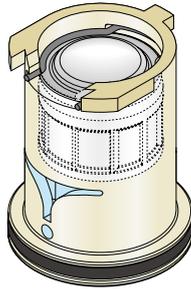
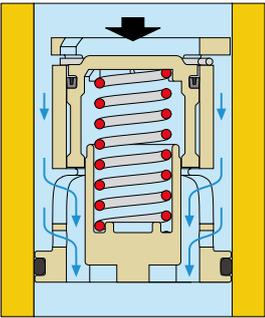
O elemento regulador destes dispositivos é composto por um pistão e por um cilindro que apresenta, como secções de passagem do fluido, aberturas laterais, parte com geometria fixa e parte variável. Estas aberturas são controladas pelo movimento do pistão, sobre o qual atua o impulso do fluido devido ao diferencial de pressão que persiste no circuito.

A partir de um valor mínimo de perda de carga, o estabilizador consegue manter o caudal constante variando a sua secção de passagem, na prática, variando o seu valor de Kv para manter o caudal de projeto G_{NOM} à medida que varia a pressão diferencial (H). O seu funcionamento pode dividir-se em três configurações específicas.



(A) Abaixo do campo de trabalho

Condição que se apresenta quando a altura manométrica “usada” pelo regulador é inferior ao valor de pressão diferencial mínima (15 kPa) e, logo, o pistão não comprime a mola e oferece ao fluido a máxima secção de passagem.



Neste caso, a válvula comporta-se como um elemento estático e caracteriza-se por um valor de Kv fixo (Kv_A) e, logo, o caudal de passagem depende da pressão diferencial segundo a fórmula:

$$G = Kv_A \cdot \sqrt{\Delta P}$$

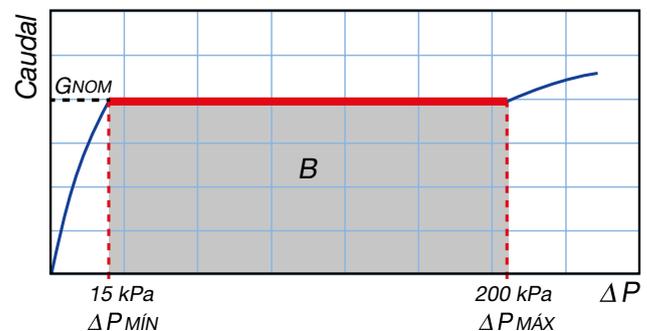
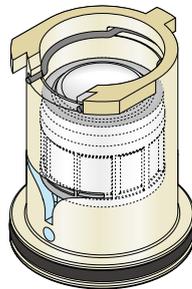
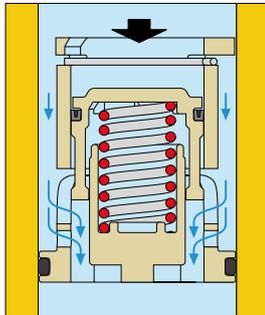
Uma vez escolhido este tipo de balanceamento, a condição de projeto fundamental é garantir uma altura manométrica mínima de funcionamento de 15 kPa, que pode ser usada pelo estabilizador.

(B) Dentro do campo de trabalho

A válvula trabalha com uma pressão diferencial superior à mínima exigida e inferior à máxima.

O pistão comprime a mola e oferece ao fluido uma secção livre de passagem, fazendo variar o Kv de forma a manter o caudal constante no valor nominal, à medida que varia a carga no circuito.

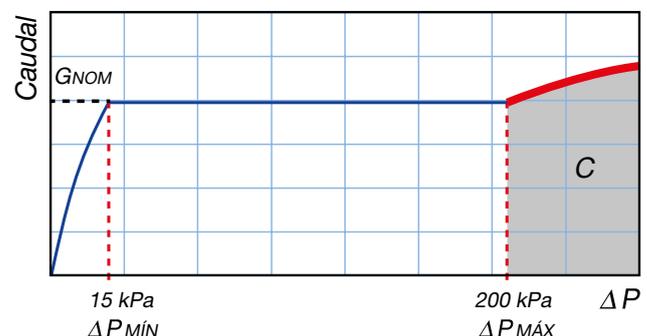
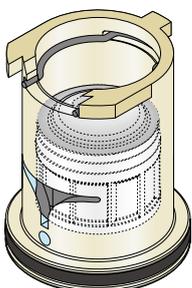
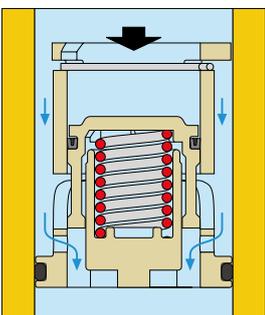
$$G_{(constante)} = Kv_{(variável)} \cdot \sqrt{\Delta P_{(variável)}}$$



(C) Acima do campo de trabalho

Quando o diferencial é superior ao valor máximo de 200 kPa, o pistão comprime completamente a mola e oferece ao fluido a secção de passagem mínima. Como no primeiro caso, a válvula comporta-se como um elemento estático e caracteriza-se por um valor de Kv fixo (Kv_C) e, por isso, o caudal de passagem depende da pressão diferencial segundo a fórmula:

$$G = Kv_C \cdot \sqrt{\Delta P}$$



ESCOLHA DA DIMENSÃO E DO CARTUCHO

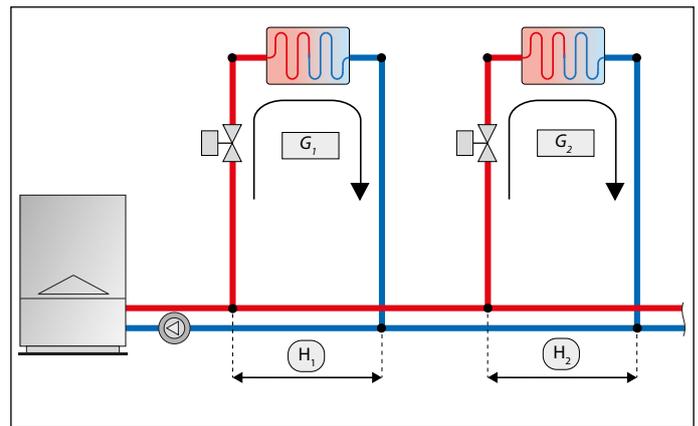
O dispositivo é composto por corpo e cartucho:

- A escolha da **medida do corpo** é geralmente feita em função da dimensão da tubagem. Contudo, por motivos económicos, nalguns casos é possível optar por uma medida do corpo da válvula mais pequena do que a tubagem.
- A escolha do **cartucho** depende do caudal necessário ao circuito. Consoante o caudal nominal, escolhe-se o cartucho mais próximo desse valor (não necessariamente o de caudal superior).

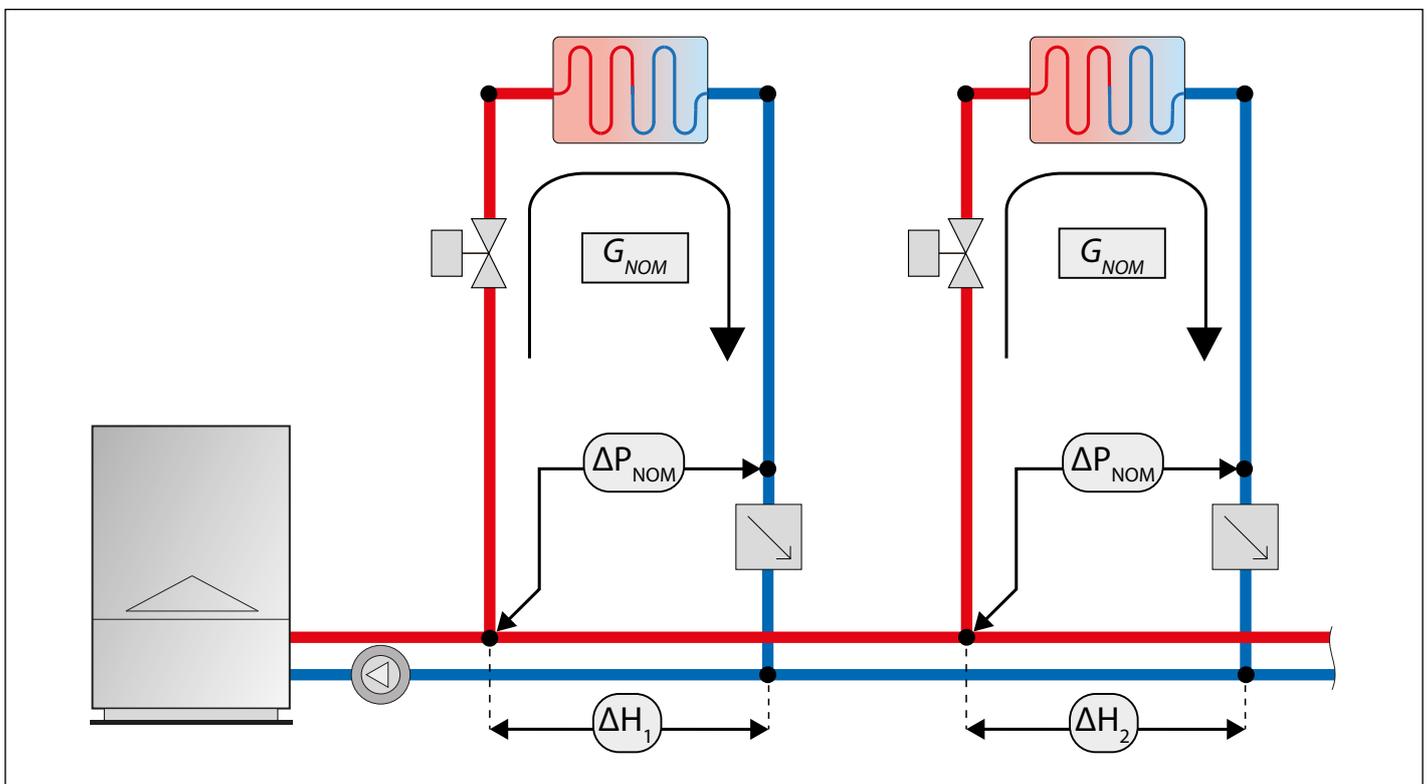
O CIRCUITO SECUNDÁRIO

Dois circuitos idênticos, ligados a um mesmo circuito primário e calculados para terem um caudal nominal G_{NOM} estão sujeitos a alturas manométricas diferentes (H_1 e H_2), que geram caudais diferentes dos de projeto (G_1 e G_2) 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, um estabilizador que neutralize a influência do circuito de distribuição primário, sobretudo no caso de cargas muito variáveis.



Basicamente, no esquema anterior é inserido um estabilizador em cada circuito secundário escolhido com base no caudal nominal G_{NOM} . Deste modo, não só em condições estáticas, mas também em qualquer situação de carga, cada circuito secundário é alimentado com o caudal nominal de projeto.

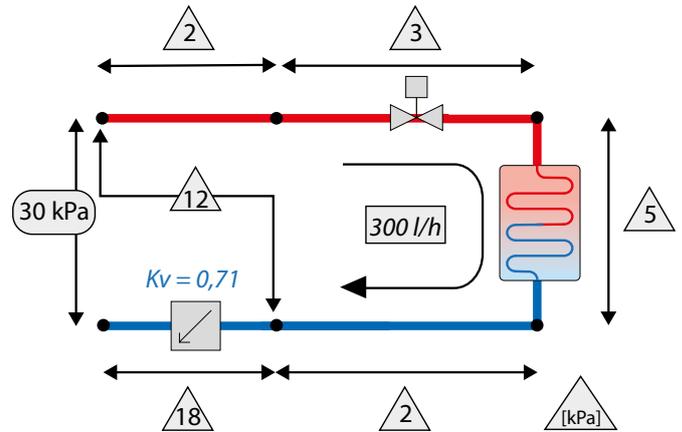


CIRCUITO BALANCEADO - condição inicial

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 e o terminal de emissão.

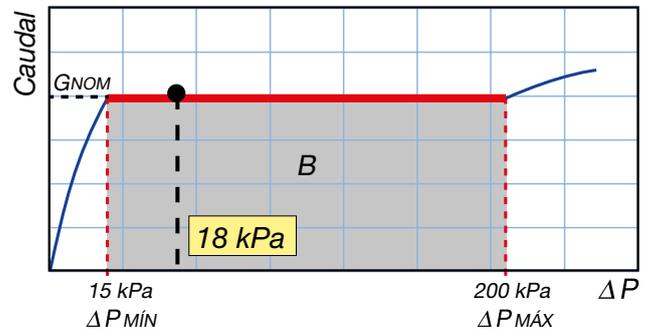
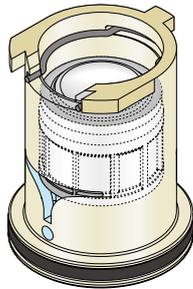
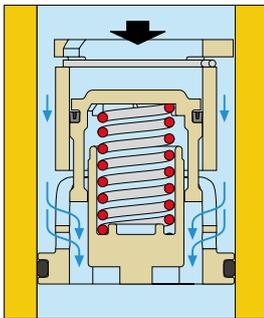
Para exemplificar a situação, introduz-se um exemplo numérico. O circuito em questão tem um G_{NOM} de 300 l/h e uma perda de carga nominal com o caudal de projeto de ΔP_{NOM} de 12 kPa.

Se, nos terminais do circuito, persistir uma altura manométrica H_C de 30 kPa, para se obter um caudal constante no circuito, deve inserir-se um estabilizador que absorva o excesso de pressão diferencial.



$$\begin{aligned} \Delta P_{VB} &= H_C - \Delta P_{NOM} \\ &= 30 - 12 = 18 \text{ kPa} \end{aligned}$$

A altura manométrica que o estabilizador deve absorver é superior ao valor mínimo (15 kPa) e, por isso, funciona corretamente no interior do campo de regulação.

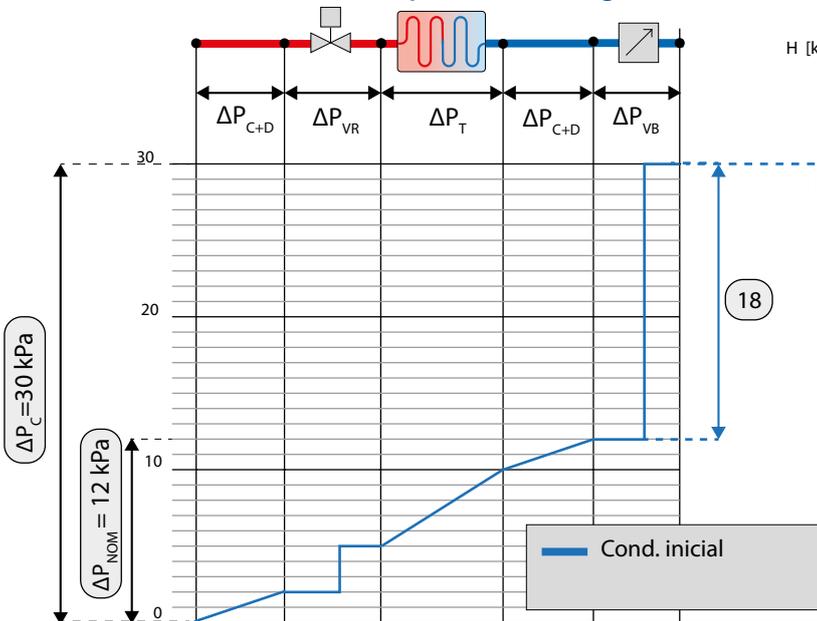


Para garantir o caudal nominal, a válvula autorregula-se de forma a atingir um valor de Kv de:

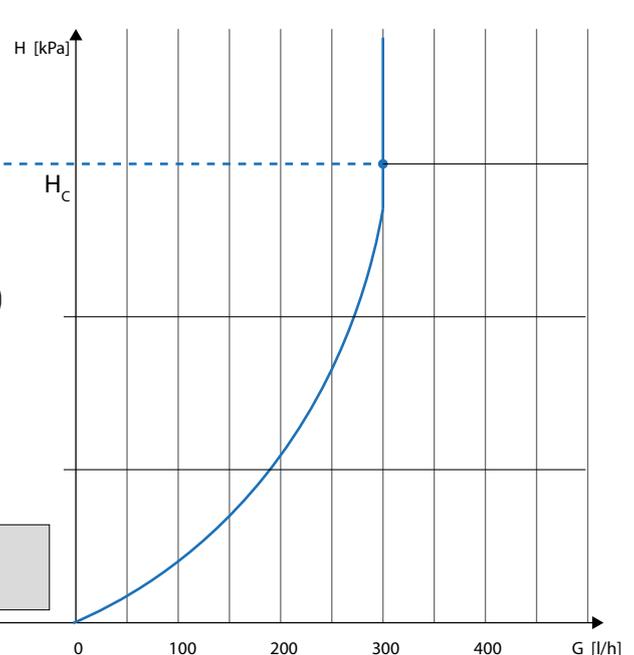
$$Kv = 0,01 \cdot \frac{G}{\sqrt{\Delta P_{VB}}} = 0,01 \cdot \frac{300}{\sqrt{18}} = 0,71 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como se verifica no diagrama, a perda de carga de projeto do circuito é de 12 kPa, a altura manométrica que persiste no circuito é de 30 kPa, logo o excesso de altura manométrica de 18 kPa deve ser absorvido pela válvula de balanceamento.

Gráfico de perdas de carga



Curvas de funcionamento do circuito

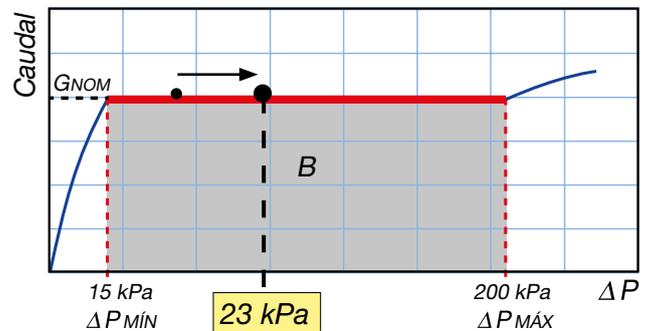
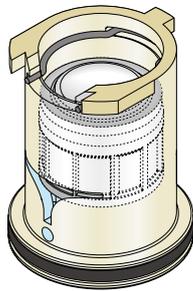
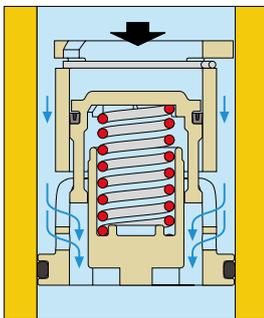
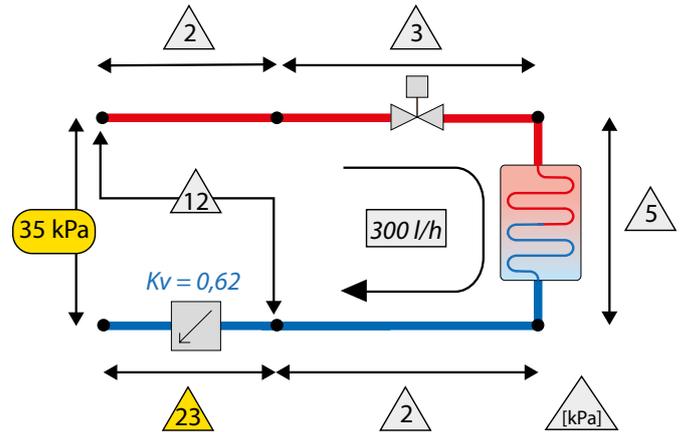


CIRCUITO BALANCEADO - aumento da altura manométrica

Um aumento da altura manométrica nos terminais do circuito balanceado de 30 para 35 KPa provocaria um aumento do caudal de passagem no interior de um circuito não balanceado dinamicamente; com a utilização do estabilizador, o excesso de altura manométrica é absorvido pela válvula segundo:

$$\begin{aligned} \Delta P_{VB} &= H_c - \Delta P_{NOM} \\ &= 35 - 12 = 23 \text{ kPa} \end{aligned}$$

A altura manométrica que o estabilizador deve absorver é superior ao valor mínimo (15 KPa) e, por isso, funciona corretamente no interior do campo de regulação.

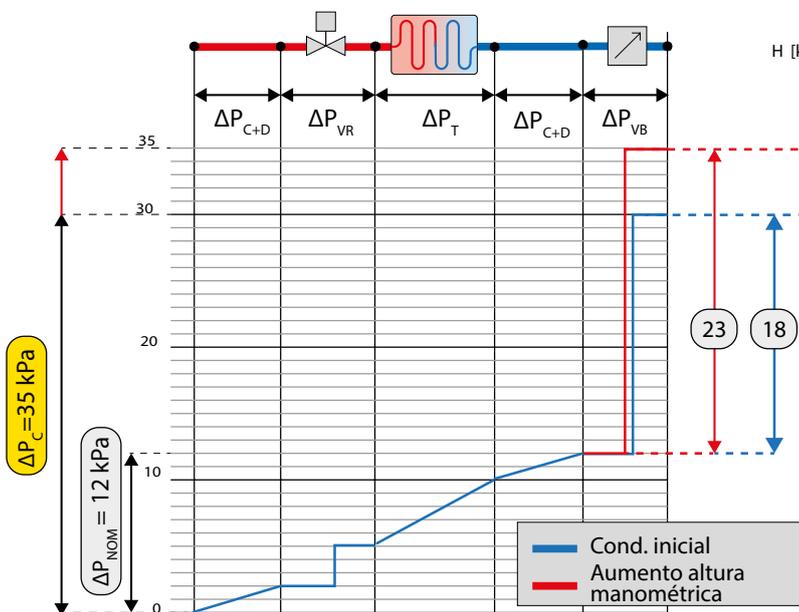


Para garantir o caudal nominal e absorver o excesso de altura manométrica, o estabilizador deve introduzir no circuito uma perda de carga adicional; isto é feito reduzindo automaticamente o valor de Kv segundo:

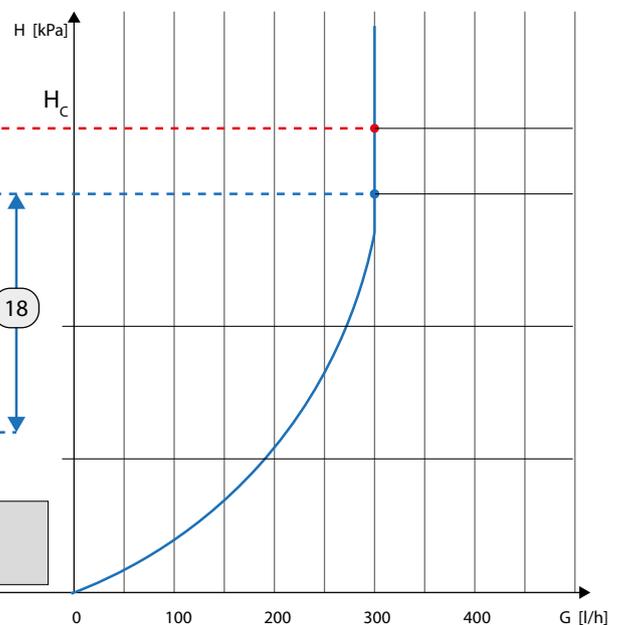
$$Kv = 0,01 \cdot \frac{G}{\sqrt{\Delta P_{VB}}} = 0,01 \cdot \frac{300}{\sqrt{23}} = 0,62 \text{ m}^3/\text{h}$$

O valor de Kv do estabilizador passa de 0,71 m³/h, na condição em que devia absorver um diferencial de 18 kPa, a 0,62 m³/h com um diferencial de 23 kPa. Para aumentar a perda de carga absorvida, o regulador diminuiu a secção de passagem, diminuindo dinamicamente o seu Kv.

Gráfico de perdas de carga



Curvas de funcionamento do circuito



CIRCUITO BALANCEADO - diminuição da altura manométrica

Perante uma diminuição da altura manométrica no circuito primário (de 30 para 27 KPa), o estabilizador deve diminuir o valor da perda de carga introduzida no circuito (de 18 para 5 KPa). Também neste caso, a válvula faz variar automaticamente o seu valor de Kv (neste caso, em aumento) segundo:

$$Kv = 0,01 \cdot \frac{G}{\sqrt{\Delta P_{VB}}} = 0,01 \cdot \frac{300}{\sqrt{15}} = 0,77 \text{ m}^3/\text{h}$$

O valor de Kv do estabilizador passa de 0,71, na condição em que devia absorver um diferencial de 18 kPa, a 0,77 m³/h com um diferencial absorvido de 15 kPa.

Para diminuir a perda de carga absorvida, o regulador aumentou a secção de passagem, aumentando dinamicamente o seu Kv.

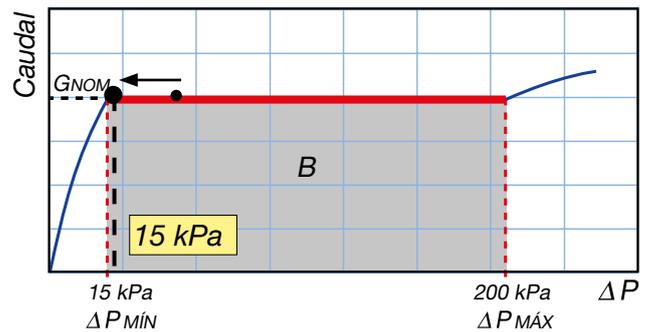
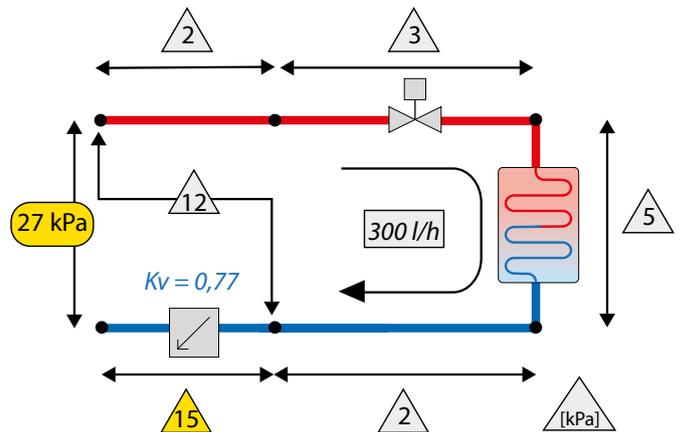
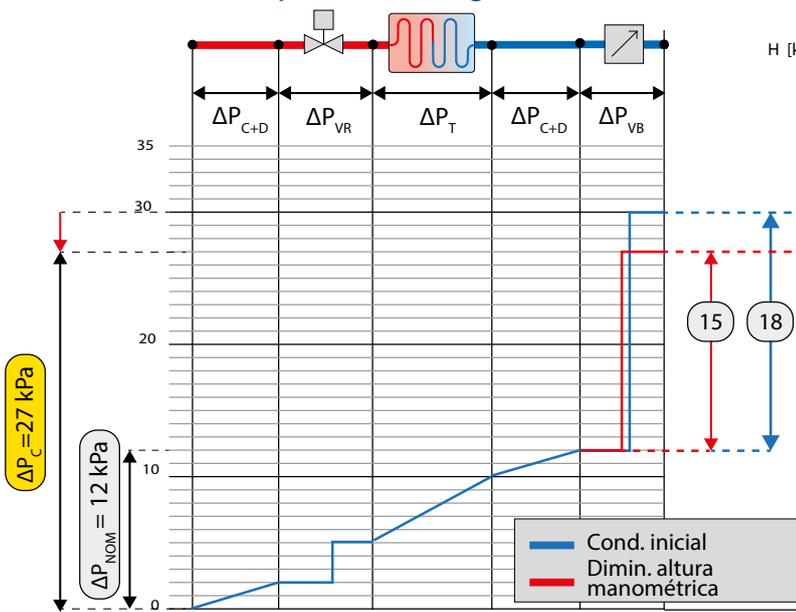
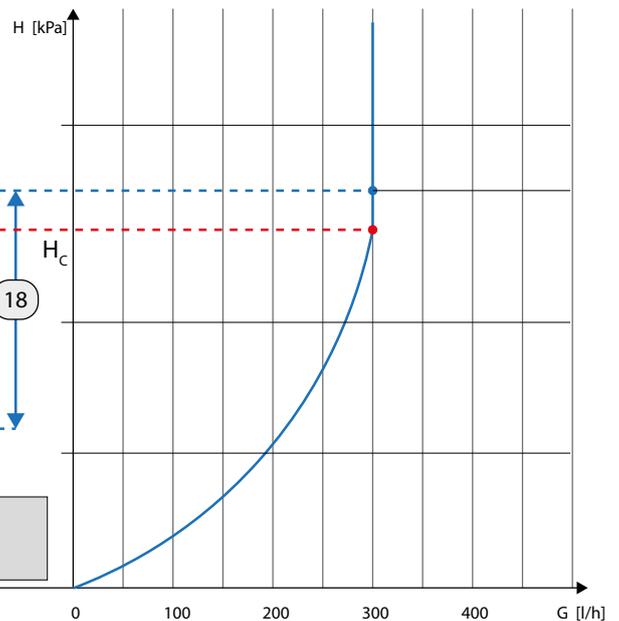


Gráfico de perdas de carga



Curvas de funcionamento do circuito



A instalação de dispositivos de balanceamento dinâmico AutoFlow®, no interior dos circuitos hidráulicos, garante o seu funcionamento no valor de caudal correto, independentemente das condições de carga, tais como ativações e desativações de outros circuitos da mesma instalação, ou alturas manométricas excessivas disponíveis no circuito. A aplicação ideal é, assim, aquela que está ligada a circuitos ou zonas que necessitam de funcionar com um valor de caudal constante, com ativações e desativações tipicamente controladas por uma válvula de zona dedicada.

DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA: CATÁLOGO TÉCNICO 01041
CATÁLOGO TÉCNICO 01141
CATÁLOGO TÉCNICO 01166



Visite a Caleffi no Youtube
youtube/CaleffiVideoProjects

CALEFFI
Hydronic Solutions

0851916PT

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
Telef. +351 229619410 · Fax +351 229619420 · caleffi.sede@caleffi.pt · www.caleffi.com ·
Filial: Talaide Park, Edif. A1 e A2, Estrada Octávio Pato 2785-601 São Domingos de Rana
Telef. +351 214227190 · Fax +351 214227199 · caleffi.filial@caleffi.pt · 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