

Manual de aplicação

Como projetar
soluções de balanceamento e controle para **aplicações**
hidráulicas de alta eficiência energética em edifícios
residenciais e comerciais

44

aplicações
com descrição
detalhada sobre
investimento, projeto,
construção e controle

Estrutura do conteúdo deste manual

1. Aplicações hidráulicas

1.1 Comercial

- 1.1.1 Vazão variável
- 1.1.2 Vazão constante

1.2 Residencial

- 1.2.1 Sistema de dois tubos
- 1.2.2 Sistema de tubo único
- 1.2.3 Residencial: aquecimento - aplicação especial

2. Válvula de mistura

3. Aplicações UTA

- 3.1 Aplicações de aquecimento UTA
- 3.2 Aplicações de resfriamento UTA

4. Aplicações com chillers

5. Aplicações em caldeiras

6. Aplicações de água quente

7. Glossário e abreviações

8. Teoria e controle de válvulas

9. Análise de eficiência energética

10. Visão geral dos produtos

A página típica mostra:

Capítulo

Diagrama esquemático

Aplicação

Descrição geral do sistema

Produtos Danfoss

Indicadores de desempenho

Detalhes da aplicação

Recomendação

Tipo de solução

Aplicações hidráulicas comerciais

Aplicações hidráulicas residenciais

Válvula de mistura

Aplicações UTA

Resfriamento UTA

Aplicações UTA

Aquecimento UTA

Aplicações em caldeiras

Água quente

Recomendado

1.1.1.3

Aquecimento **Resfriamento**

Vazão variável: controle independente da pressão (PICV) com atuador digital

UNIDADES FAN COIL (FCU)

PAINÉIS REFRIGERADOS

1. Válvula de controle independente da pressão (PICV)
2. Sistema de gestão predial (BMS)
3. Entrada/saída digital ou analógica (E/S)

O controle de temperatura da unidade terminal é garantido com válvulas independentes da pressão. Isso garante uma vazão correta em todas as condições de carga do sistema, independentemente das flutuações de pressão. O resultado é um controle de temperatura ambiente estável e preciso, para garantir um ΔT elevado e evitar que os atuadores se movam.

As funções adicionais dos atuadores digitais conectados permitem melhor monitoração do sistema e menores custos de manutenção.

Aplicável a todas as unidades terminais, incluindo a UTA (veja as páginas 34 e 36).

Desempenho

Retorno do investimento

baixo aceitável excelente

Projeto

baixo aceitável excelente

Operação/Manutenção

baixo aceitável excelente

Controle

baixo aceitável excelente

10

Produtos Danfoss:

PICV: AB-QM 4.0 + NovoCon® S

Explicação

Retorno do investimento

- Redução de componentes ao dispensar as válvulas de balanceamento
- Menor custo de instalação graças à instalação simplificada
- Economia de energia significativa* graças às condições de operação otimizadas para todos os componentes
- O custo mais elevado do atuador SMART pode ser compensado pela economia de hardware, tal como menos E/S adicionais.
- Alta satisfação dos ocupantes, graças ao balanceamento e ao controle perfeitos, com manutenção preditiva e funções de alarme proativo

Projeto

- Seleção simples de válvulas com base nos requisitos de vazão
- Dispensa cálculos de Kv ou; o cálculo autoridade* de pré-ajuste da vazão é realizado com base na demanda de vazão
- Aplica-se o controle proporcional da bomba; as bombas podem ser otimizadas facilmente*
- Adequado em aplicações BMS, para monitorar o sistema e reduzir o consumo de energia
- Ampla gama de possíveis dispositivos de E/S conectados, garantindo um grande número de variantes de BMS

Operação/Manutenção

- Todo o processo de comissionamento pode ser feito via BMS, garantindo menor complexidade e alta flexibilidade
- Baixos custos de operação e manutenção, pois é possível controlar e manter o estado do sistema via BMS
- Conforto elevado (classificação do edifício), graças ao controle preciso da vazão em todas as cargas
- Alta eficiência em chillers, caldeiras e bombas, graças ao ΔT otimizado do sistema
- Sistema de controle flexível e amplável, por meio de conectividade BMS

Controle

- Não há sobreavazão em cargas parciais do sistema
- Controle perfeito graças à autoridade total*
- O controle proporcional minimiza a circulação de vazão e otimiza a cabeça da bomba
- Solução independente da pressão, para que as mudanças de pressão não afetem os circuitos de controle
- Não há síndrome de baixo ΔT *

*veja as páginas 54-55

Introdução

Projetar sistemas de HVAC não é tão simples. Há muitos fatores a considerar antes de tomar a decisão final sobre a carga de aquecimento e/ou resfriamento, quais unidades terminais utilizar, como gerar aquecimento ou resfriamento e inúmeros outros fatores.

Este manual de aplicação foi desenvolvido para ajudá-lo a tomar algumas dessas decisões, mostrando ainda as consequências de certas decisões. Pode ser tentador optar pelo menor custo inicial (CAPEX), por exemplo, mas outros fatores, tais como consumo de energia ou qualidade do ar interno (QAI), estão geralmente envolvidos. Em alguns projetos, o CAPEX pode ser um fator decisivo, mas em outros pesa mais a eficiência energética ou a precisão de controle; daí a diferença de um projeto para outro. Coletamos as informações mais importantes sobre várias soluções específicas, cada uma delas em uma só página, com indicações claras sobre as consequências que se pode esperar ao se tomar certas decisões.

Este manual não tem o objetivo de abranger todas as aplicações, porque isso seria impossível. Todos os dias, projetistas experientes apresentam novas soluções, que podem ser relevantes para um único problema; ou podem ainda resolver novos problemas. Isso é o que fazem os engenheiros. Há sempre novas aplicações, devido à busca por soluções mais ecológicas e energeticamente eficientes, que está criando novos desafios todos os dias. Neste manual em particular, veremos as aplicações mais comuns.

A Danfoss dispõe ainda de grande número de profissionais competentes, que podem ajudá-lo com desafios específicos ou cálculos relacionados ao seu projeto. Entre em contato com o escritório local da Danfoss para obter suporte em seu idioma.

Esperamos que este manual possa ajudá-lo em seu trabalho diário.

Cada aplicação aqui incluída foi analisada em relação a quatro aspectos diferentes:

Retorno do investimento, projeto, operação/manutenção e controle

Retorno do investimento



Operação/Manutenção



Projeto



Controle



Todos eles estão sinalizados como:

Soluções otimizadas em termos técnicos e econômicos, como recomendado pela Danfoss. Tal solução irá permitir uma operação eficiente dos sistemas.



Recomendado

De acordo com a situação e as particularidades do sistema, isto permitirá uma boa instalação. No entanto, podem ocorrer alguns desvios.



Aceitável

Este sistema não é recomendado, pois irá resultar em sistemas caros e ineficientes ou não haverá garantia sobre a qualidade do ar interno.



Não recomendado

Notas

Índice

Estrutura do conteúdo deste manual	2
A página típica mostra	2
Introdução	3
1. Aplicações hidráulicas	
1.1 Aplicações hidráulicas: edifícios comerciais	6
1.1.1 Comercial: vazão variável	
1.1.1.1 Vazão variável: controle independente da pressão (PICV) com atuador ON/OFF	8
1.1.1.2 Vazão variável: controle independente da pressão (PICV) com controle proporcional	9
1.1.1.3 Vazão variável: controle independente da pressão (PICV) com atuador digital	10
1.1.1.4 Vazão variável: limitação de vazão (com limitador de vazão) na unidade terminal, com atuador ON/OFF ou modulante	11
1.1.1.5 Vazão variável: controle de pressão diferencial com ON/OFF ou modulação	12
1.1.1.6 Vazão variável: instalação casco e núcleo para escritórios e shopping centers*	13
1.1.1.7 Vazão variável: balanceamento manual	14
1.1.1.8 Vazão variável: balanceamento manual com retorno reverso	15
1.1.1.9 Vazão variável: troca de quatro tubulações (CO6) por painéis radiantes de aquecimento / resfriamento, vigas frias, etc., com válvula de controle PICV	16
1.1.1.10 Vazão variável: sistema de aquecimento/resfriamento de dois tubos com comutação central*	17
1.1.2 Comercial: vazão constante	
1.1.2.1 Vazão constante: válvula de 3 vias com balanceamento manual (em aplicações de fan coil, vigas frias, etc.)	18
1.1.2.2 Vazão constante: válvula de 3 vias com limitador de vazão nas unidades terminais (aplicações de fan coil, vigas frias, etc.)	19
1.2 Aplicações hidráulicas: edifícios residenciais	
1.2.1 Residencial: sistema de dois tubos	
1.2.1.1 Sistema de aquecimento por radiador de dois tubos: tubulações ascendentes com válvulas termostáticas de radiador (com pré-ajuste)	20
1.2.1.2 Sistema de aquecimento por radiador de dois tubos: tubulações ascendentes com válvulas termostáticas de radiador (sem pré-ajuste)	21
1.2.1.3 Controle independente da pressão do sistema de aquecimento do radiador	22
1.2.1.4 Tubulações ascendentes subordinadas (escadas, banheiros, etc.) em sistemas de aquecimento por radiadores de dois tubos ou tubo único, sem válvula termostática	23
1.2.1.5 Controle Δp para coletor com controle individual de zona/circuito	24
1.2.1.6 Controle Δp e limitação de vazão para coletor com controle de zona central	25
1.2.2 Residencial: sistema de tubo único	
1.2.2.1 Renovação do sistema de aquecimento por radiador de tubo único, com limitação automática de vazão e possível limitação automática da temperatura de retorno	26
1.2.2.2 Renovação do sistema de aquecimento por radiador de tubo único, com limitação eletrônica de vazão e controle da temperatura de retorno	27
1.2.2.3 Renovação do sistema de aquecimento do radiador de um só tubo, com balanceamento manual	28
1.2.2.4 Sistemas de aquecimento horizontais de tubo único, com válvulas termostáticas de radiador, limitação de vazão e controle automático da temperatura de retorno	
1.2.3 Residencial: aquecimento - aplicação especial	
1.2.3.1 Sistema de subestações de três tubos; Aquecimento controlado por Δp e preparação local de AQS*	30

2. Válvula de mistura	
2.1 Mistura com PICV: coletor com diferença de pressão	31
2.2 Controle de injeção (vazão constante) com válvula de 3 vias	32
2.3 Mistura com válvula de 3 vias: coletor sem diferença de pressão	33
3. Aplicações UTA	
3.1 Aplicações UTA: aquecimento	
3.1.1 Controle independente da pressão (PICV) para resfriamento	34
3.1.2 Controle com válvula de 3 vias para resfriamento	35
3.2 Aplicações UTA: resfriamento	
3.2.1 Controle independente da pressão (PICV) para aquecimento	36
3.2.2 Controle com válvula de 3 vias para aquecimento	37
3.2.3 Como manter uma temperatura de vazão adequada frente à UTA, sob condições de carga parcial	38
4. Aplicações com chillers	
4.1 Vazão variável primária	39
4.2 Primária constante – Secundária variável (Primária por etapas)	40
4.3 Primária constante - Secundária variável (Primária Secundária)	41
4.4 Primária e secundária constantes (sistema de vazão constante)	42
4.5 Sistema de resfriamento distrital	43
5. Aplicações em caldeiras	
5.1 Caldeira de condensação, vazão variável primária	44
5.2 Caldeiras tradicionais, vazão variável primária	45
5.3 Sistema com desacopladores de coletores	46
6. Tanque de água quente sanitária	
6.1 Balanceamento térmico na circulação de AQS (disposição vertical)	47
6.2 Balanceamento térmico na circulação de AQS (circuito horizontal)	48
6.3 Balanceamento térmico na circulação de AQS com desinfecção automática	49
6.4 Balanceamento térmico na circulação de AQS com desinfecção eletrônica	50
6.5 Controle de circulação de AQS* com balanceamento manual	51
7. Glossário e abreviações	54
8. Teoria e controle de válvulas	56
9. Análise de eficiência energética	65
10. Visão geral dos produtos	75

Aplicações hidráulicas: edifícios comerciais

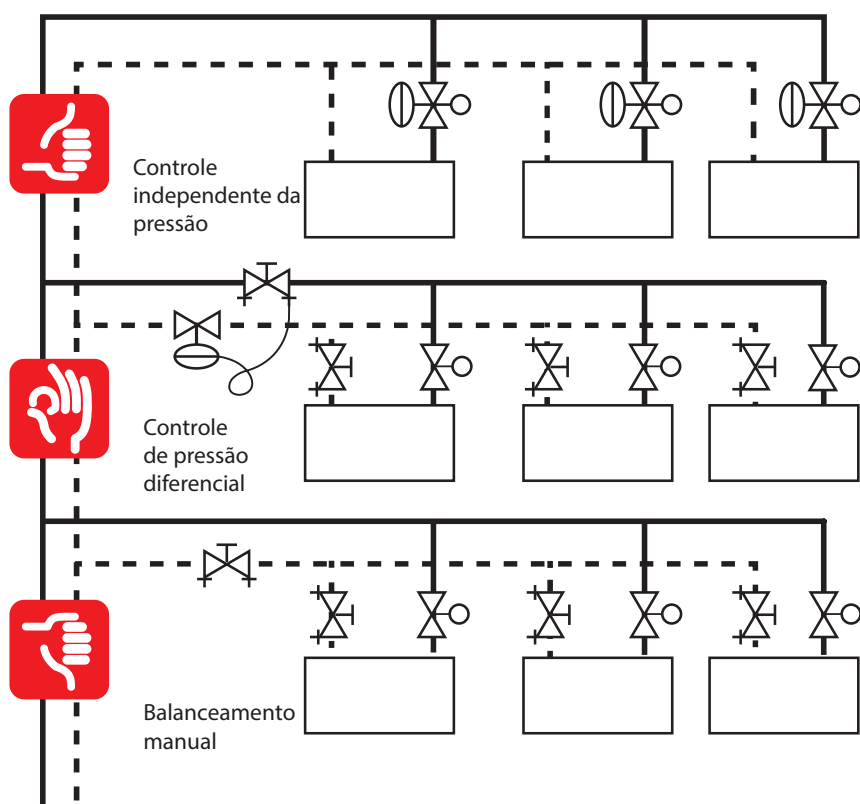
Sistemas de vazão variável*

1.1.1.1 - 1.1.1.6**

As aplicações hidráulicas podem ser controladas e balanceadas com base em um grande número de soluções diferentes. É impossível encontrar a solução ideal para todas elas.

Deve-se levar em conta cada sistema e sua particularidade, para decidir que tipo de solução será a mais eficiente e adequada.

Todas as aplicações com válvulas de controle são sistemas de vazão variável*. Em geral, o cálculo é feito com base nos parâmetros nominais. No entanto, durante a operação, a vazão em cada parte do sistema pode mudar (as válvulas de controle estão em operação). Mudanças de vazão ocasionam mudanças de pressão. Portanto, nesses casos, é preciso usar uma solução de balanceamento que permita responder a mudanças na carga parcial.



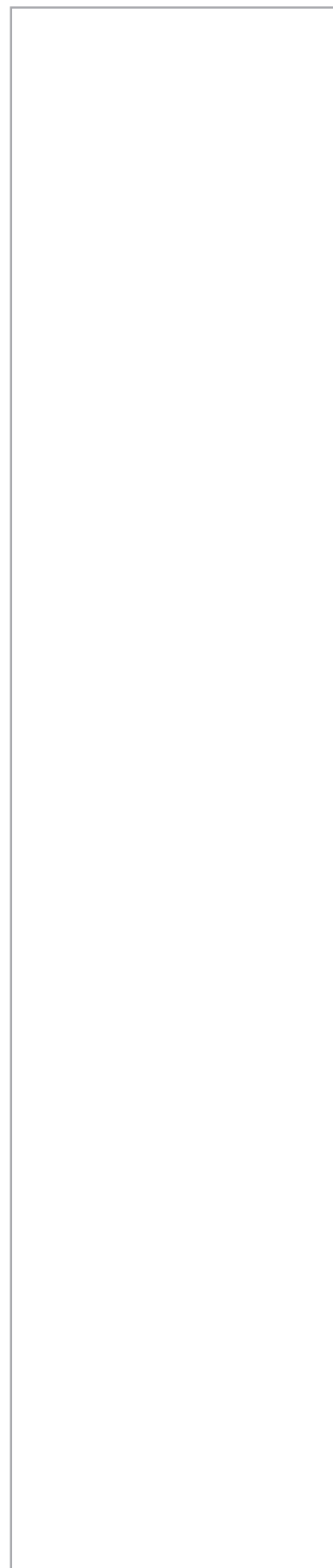
A avaliação dos sistemas (recomendado/ aceitável/não recomendado) baseia-se principalmente na combinação de 4 fatores mencionados na página 3 (retorno do investimento / projeto / operação-manutenção / controle), embora os fatores mais importantes sejam o desempenho e a eficiência do sistema.

Na aplicação acima, o sistema de balanceamento manual não é recomendado, já que os elementos estáticos não podem seguir o comportamento dinâmico do sistema de vazão variável*; e, durante uma condição de carga parcial, ocorre uma grande sobrevazão nas válvulas de controle (devido a uma menor queda de pressão na rede de tubulação).

O sistema controlado por pressão diferencial atua muito melhor (aceitável), pois a estabilização da pressão está mais próxima das válvulas de controle e, embora ainda exista um sistema balanceado manualmente dentro da válvula de mistura controlada por dp, o fenômeno de sobrevazão é mitigado. A eficiência de tal sistema depende da localização dessa válvula de controle de pressão diferencial. Quanto mais próxima estiver da válvula de controle, melhor ela irá operar.

O sistema mais eficiente (recomendado) que se pode ter utiliza válvulas de controle independentes da pressão (PICV). Nesse caso, a estabilização da pressão é feita diretamente na válvula de controle e, portanto, pode-se obter total autoridade* e remover toda a vazão desnecessária do sistema.

Notas



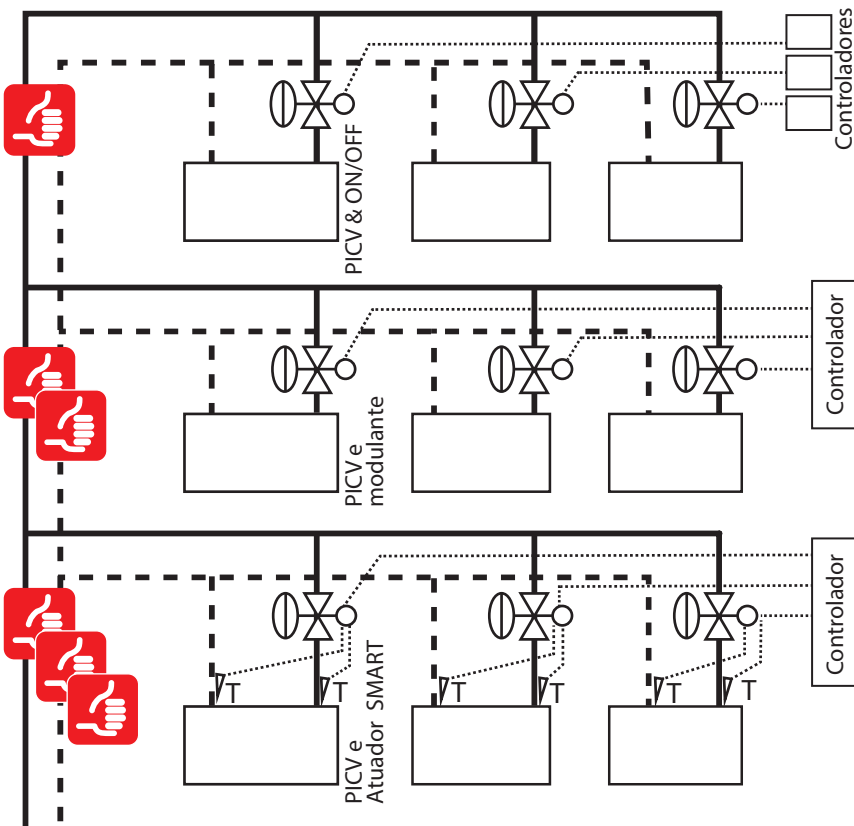
Aplicações hidráulicas: edifícios comerciais

Sistema de vazão variável*: PICV: ON/OFF x modulação x controle inteligente

1.1.1.1 - 1.1.1.3**

Todas essas aplicações baseiam-se na tecnologia PICV (válvula de controle independente da pressão). Isto significa que a válvula de controle (integrada ao corpo da válvula) é independente das flutuações de pressão do sistema durante condições de carga total e parcial. Tal solução permite usar diferentes tipos de atuadores (método de controle)

- Com o controle ON/OFF, o atuador tem duas posições: aberto e fechado.
- Com o controle modulante, o atuador pode ajustar qualquer vazão entre o valor nominal e o valor zero
- O atuador SMART permite garantir (além do controle modulante) conectividade direta com o BMS (sistema de gestão predial) para se utilizar funções avançadas, tais como alocação de energia, gestão de energia, etc.



A tecnologia PICV permite usar o controle de bomba proporcional ou de ponto final (com base em um sensor Δp).

Os tipos de controle mencionados acima afetam significativamente o consumo geral de energia dos sistemas.

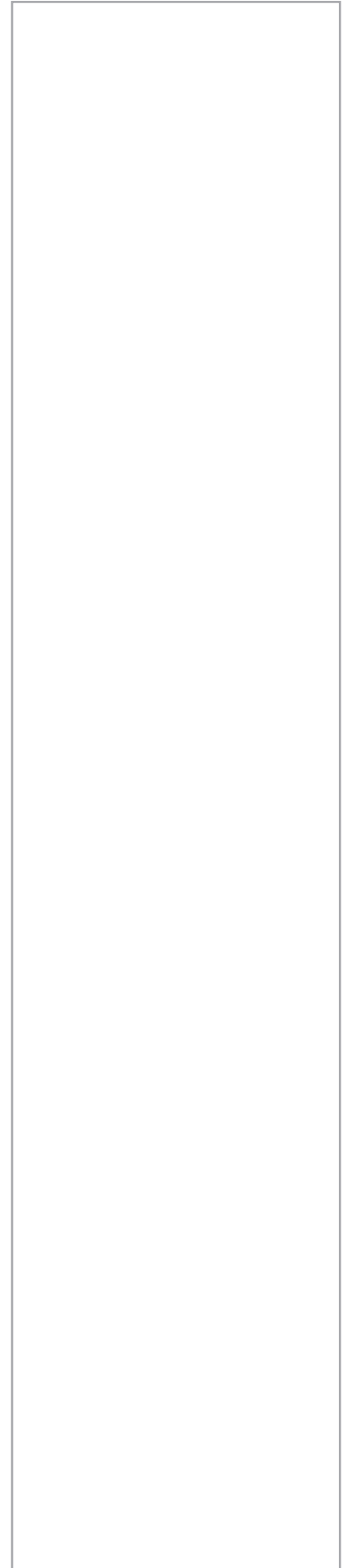
Enquanto o controle ON/OFF garante uma vazão de 100% ou 0% durante a operação, o controle modulante permite minimizar a vazão através da unidade terminal, de acordo com a demanda real. Por exemplo, para a mesma demanda média de energia de 50%, é preciso ter em torno de 1/3 da vazão para o controle modulante, em comparação ao controle ON/OFF (Pode-se ter mais informações no capítulo 9).

A vazão menor permite poupar energia* em mais níveis:

- Menor custo de circulação (menor vazão requer menos energia elétrica)
- Maior eficiência do chiller/caldeira (uma vazão menor garante maior ΔT no sistema)
- Menor oscilação da temperatura ambiente* garante maior conforto e define o ponto de ajuste da temperatura ambiente

O controle SMART, além dos benefícios mencionados acima, permite reduzir os custos de manutenção, com acesso remoto e manutenção preditiva.

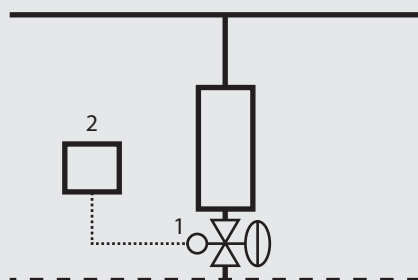
Notas



*veja as páginas 54-55
**aplicações a seguir

**Recomendado**

1.1.1.1



1. Válvula de controle independente da pressão (PICV)
2. Controle de temperatura ambiente (RC)

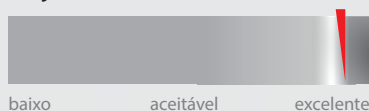
Balaceamento da unidade terminal através de válvulas independentes da pressão. Isso garante uma vazão correta em todas as condições de carga do sistema, independentemente das flutuações de pressão. O controle ON/OFF causa flutuações na temperatura ambiente. O sistema não irá operar de forma otimizada, porque o ΔT não está otimizado.

Desempenho

Retorno do investimento



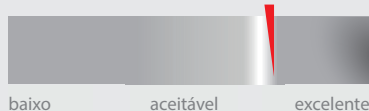
Projeto



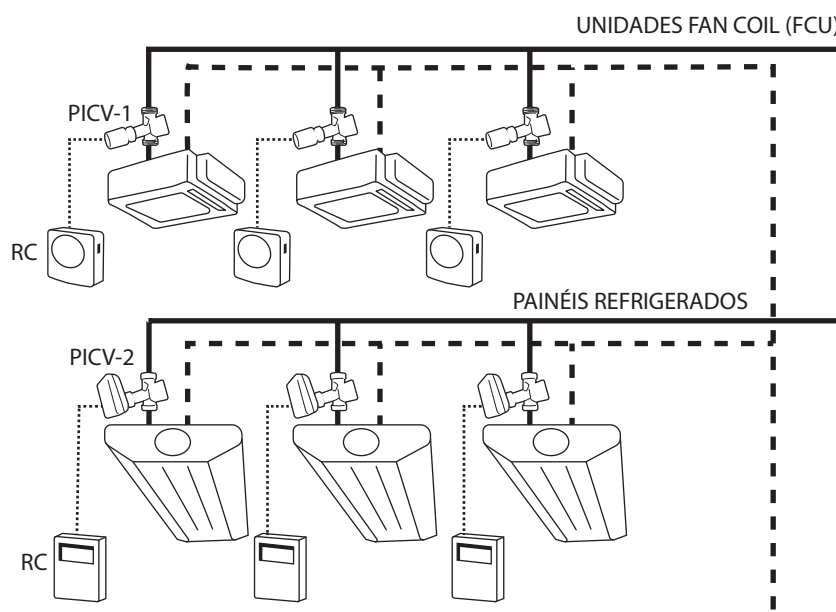
Operação/Manutenção



Controle

Aquecimento Resfriamento

Vazão variável: controle independente da pressão (PICV) com atuador ON/OFF



Produtos Danfoss:



PICV-1: AB-QM 4.0 + TWA-Q



PICV-2: AB-QM 4.0 + AMI-140



Explicação

Retorno do investimento

- Redução de componentes ao dispensar as válvulas de balanceamento
- Menor custo de instalação graças à instalação simplificada
- O chiller e as caldeiras operam de modo eficiente, mas não otimizado, pois o ΔT não está otimizado
- A entrega do edifício pode ser feita facilmente, em fases

Projeto

- Seleção simples de válvulas com base nos requisitos de vazão
- Não é preciso fazer o cálculo de Kv ou autoridade*; o cálculo baseia-se na demanda de vazão
- Balanceamento perfeito em todas as condições de carga
- O controle proporcional da bomba é aplicável e uma ou mais bombas podem ser facilmente otimizadas*
- Pode-se tomar a demanda mínima de Δp disponível na válvula para calcular a altura de bombeamento

Operação/Manutenção

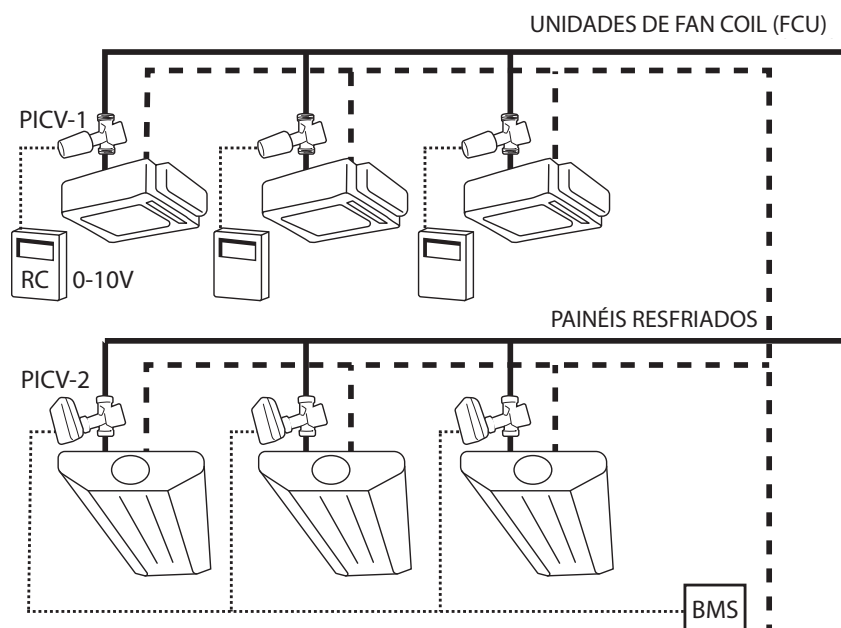
- Construção simplificada graças à redução de componentes
- É possível configurar e esquecer os complicados procedimentos de balanceamento
- Como a temperatura ambiente flutua, pode-se esperar algumas reclamações dos ocupantes
- Baixos custos de operação e manutenção, o que pode gerar desconforto aos ocupantes
- Bom desempenho, mas reduzido em chillers, caldeiras e bombas, devido ao ΔT pouco otimizado no sistema

Controle

- Flutuações de temperatura*
- Não há sobrevazão*
- Solução independente da pressão, ou seja, nenhuma mudança de pressão afeta os circuitos de controle
- É pouco provável que ocorra a síndrome de baixo ΔT *

Aquecimento Resfriamento

Vazão variável: controle independente da pressão (PICV) com controle proporcional



Produtos Danfoss:



PICV-1: AB-QM 4.0 + ABNM A5



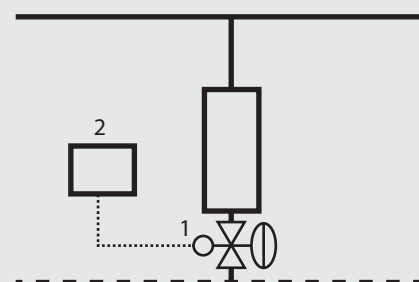
PICV-2: AB-QM 4.0 + AME 110 NL



Recomendado



1.1.1.2



1. Válvula de controle independente da pressão (PICV)
2. Sistema de gestão predial (BMS) ou controle de temperatura ambiente (RC)

O controle de temperatura da unidade terminal é garantido com válvulas independentes da pressão. Isto garante uma vazão correta em todas as cargas do sistema, independentemente das flutuações de pressão. O resultado é um controle de temperatura ambiente estável* e preciso, para garantir um ΔT elevado e evitar que os atuadores se movam.

Aplicável a todas as unidades terminais, incluindo a UTA (veja as páginas 34 e 36).

Explicação

Retorno do investimento

- Redução de componentes ao dispensar as válvulas de balanceamento
- Menor custo de instalação graças à instalação simplificada
- Economia de energia significativa* graças às condições de operação otimizadas para todos os componentes
- A entrega do edifício pode ser feita facilmente, em fases

Projeto

- Seleção simples de válvulas com base nos requisitos de vazão
- Dispensa cálculos de Kv ou autoridade*; o cálculo de pré-ajuste da vazão é realizado com base na demanda de vazão
- Aplica-se o controle proporcional da bomba; as bombas podem ser otimizadas facilmente*
- Adequado em aplicações BMS, para monitorar o sistema e reduzir o consumo de energia

Operação/Manutenção

- Construção simplificada graças à redução de componentes
- É possível configurar e esquecer os complicados procedimentos de balanceamento
- Bom controle em todas as cargas e, portanto, não há reclamações dos ocupantes
- Baixos custos de operação e manutenção
- Conforto elevado (classificação do edifício), graças ao controle preciso da vazão em todas as cargas
- Alta eficiência em chillers, caldeiras e bombas, graças ao ΔT otimizado do sistema

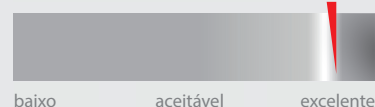
Controle

- Controle perfeito graças à autoridade total*
- Não há sobrevariação* com cargas parciais do sistema
- O controle proporcional minimiza a circulação de vazão e otimiza a cabeça da bomba
- Por ser uma solução independente da pressão, há uma interdependência de pressão dos circuitos de controle
- Síndrome de baixo ΔT *

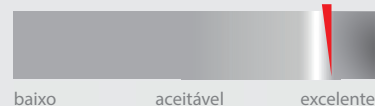
*veja as páginas 54-55

Desempenho

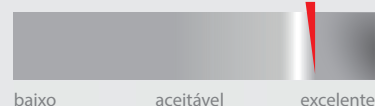
Retorno do investimento



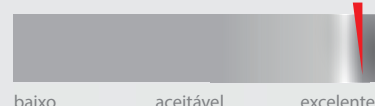
Projeto



Operação/Manutenção

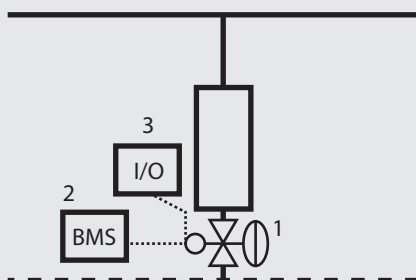


Controle



**Recomendado**

1.1.1.3



1. Válvula de controle independente da pressão (PICV)
2. Sistema de gestão predial (BMS)
3. Entrada/saída digital ou analógica (E/S)

O controle de temperatura da unidade terminal é garantido com válvulas independentes da pressão. Isso garante uma vazão correta em todas as condições de carga do sistema, independentemente das flutuações de pressão. O resultado é um controle de temperatura ambiente estável e preciso, para garantir um ΔT elevado e evitar que os atuadores se movam.

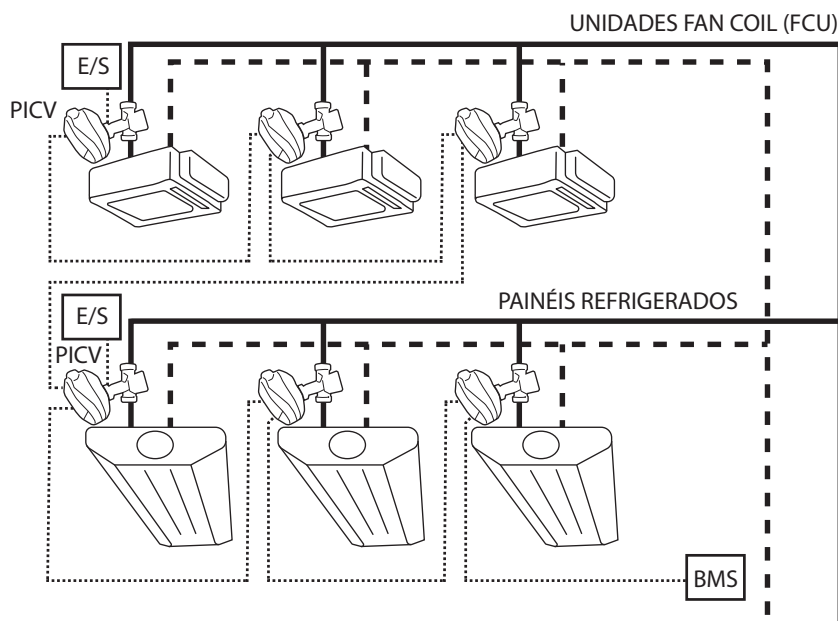
As funções adicionais dos atuadores digitais conectados permitem melhor monitoração do sistema e menores custos de manutenção.

Aplicável a todas as unidades terminais, incluindo a UTA (veja as páginas 34 e 36).

Vazão variável: controle independente da pressão (PICV) com atuador digital

Aquecimento ✓

Resfriamento ✓



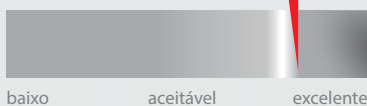
Produtos Danfoss:



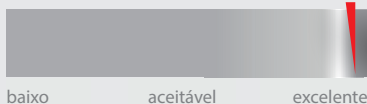
PICV: AB-QM 4.0 + NovoCon® S

Desempenho

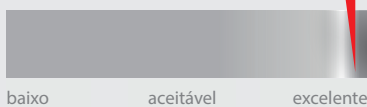
Retorno do investimento



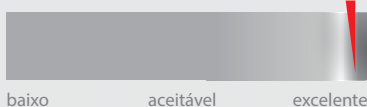
Projeto



Operação/Manutenção



Controle



Explicação

Retorno do investimento

- Redução de componentes ao dispensar as válvulas de balanceamento
- Menor custo de instalação graças à instalação simplificada
- Economia de energia significativa* graças às condições de operação otimizadas para todos os componentes
- O custo mais elevado do atuador SMART pode ser compensado pela economia de hardware, tal como menos E/S adicionais.
- Alta satisfação dos ocupantes, graças ao balanceamento e ao controle perfeitos, com manutenção preditiva e funções de alarme proativo

Projeto

- Seleção simples de válvulas com base nos requisitos de vazão
- Dispensa cálculos de Kv ou; o cálculo autoridade* de pré-ajuste da vazão é realizado com base na demanda de vazão
- Aplica-se o controle proporcional da bomba; as bombas podem ser otimizadas facilmente*
- Adequado em aplicações BMS, para monitorar o sistema e reduzir o consumo de energia
- Ampla gama de possíveis dispositivos de E/S conectados, garantindo um grande número de variantes de BMS

Operação/Manutenção

- Todo o processo de comissionamento pode ser feito via BMS, garantindo menor complexidade e alta flexibilidade
- Baixos custos de operação e manutenção, pois é possível controlar e manter o estado do sistema via BMS
- Conforto elevado (classificação do edifício), graças ao controle preciso da vazão em todas as cargas
- Alta eficiência em chillers, caldeiras e bombas, graças ao ΔT otimizado do sistema
- Sistema de controle flexível e ampliável, por meio de conectividade BMS

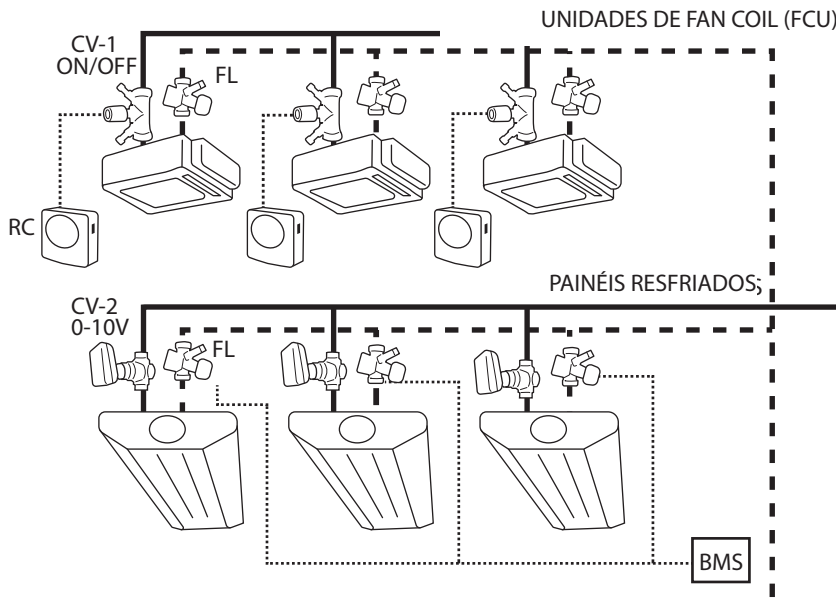
Controle

- Não há sobrevazão em cargas parciais do sistema
- Controle perfeito graças à autoridade total*
- O controle proporcional minimiza a circulação de vazão e otimiza a cabeça da bomba
- Solução independente da pressão, para que as mudanças de pressão não afetem os circuitos de controle
- Não há síndrome de baixo ΔT *

*veja as páginas 54-55

Aquecimento Resfriamento

Vazão variável: limitação de vazão (com limitador de vazão) na unidade terminal, com atuador ON/OFF ou modulante



Produtos Danfoss:



CV-1: RA-HC + TWA-A

CV-2: VZ2 + AME130

FL: AB-QM

Explicação

Retorno do investimento

- Custo do produto relativamente alto, devido ao uso de 2 válvulas para todas as unidades terminais (uma CV + FL)
- Custos de instalação mais altos, embora dispense válvulas manuais associadas*
- Recomenda-se bomba de velocidade variável (o controle proporcional da bomba é possível)

Projeto

- Requer um cálculo tradicional, mas apenas o valor Kvs da válvula de controle. Não é preciso calcular a autoridade*, pois o FL irá eliminar a autoridade da CV
- Para o controle ON/OFF, é uma solução aceitável (projeto simples: válvula de zona com grande Kvs, limitador de vazão selecionado com base na demanda de vazão)
- É preciso ter uma cabeça de bomba elevada, devido às duas válvulas (Δp adicional no limitador de vazão)

Operação/Manutenção

- A força de fechamento do atuador deve ser capaz de fechar a válvula com a cabeça de bomba a uma vazão mínima.
- A maioria dos limitadores de vazão tem uma vazão predefinida e nenhum ajuste é possível
- Para lavar os cartuchos, é preciso retirá-los do sistema e recolocá-los em seguida (esvaziando e enchendo o sistema duas vezes)
- Os cartuchos têm pequenas aberturas, que são facilmente obstruídas
- Ao se tentar a modulação, a vida útil da CV será muito curta, devido à busca com cargas parciais do sistema
- Alto consumo de energia com o controle modulante, devido à maior cabeça da bomba e sobreavazão em unidades terminais com carga parcial

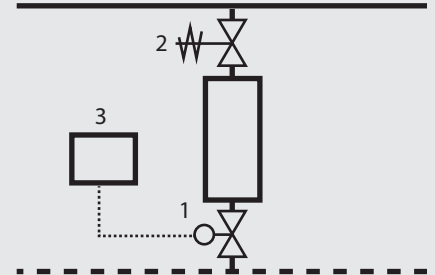
Controle

- Flutuações de temperatura devido ao controle ON/OFF, mesmo com atuadores modulantes*
- Não há sobreavazão*
- Não há interdependência de pressão nos circuitos de controle
- Sobreavazão com carga parcial durante a modulação, pois o FL irá manter a vazão máxima, se possível

Não recomendado



1.1.1.4

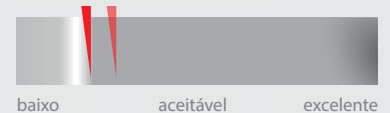


1. Válvula de controle de 2 vias (CV)
2. Limitador de vazão (FL)
3. Sistema de gestão predial (BMS) ou controle de temperatura ambiente (RC)

O controle de temperatura da unidade terminal é efetuado por meio de válvulas de controle motorizadas convencionais (CV), enquanto o balanceamento hidráulico do sistema ocorre por meio de um limitador automático de vazão (FL). Para o controle ON/OFF, esta poderia ser uma solução aceitável, desde que a cabeça da bomba não seja muito elevada. Isto não é aceitável para o controle modulante. O FL irá neutralizar as ações da contenção e irá distorcer totalmente a característica de controle. Portanto, a modulação com essas soluções é impossível.

Desempenho

Retorno do investimento



Projeto



Operação/Manutenção



Controle



Controle de 3 pontos ou proporcional

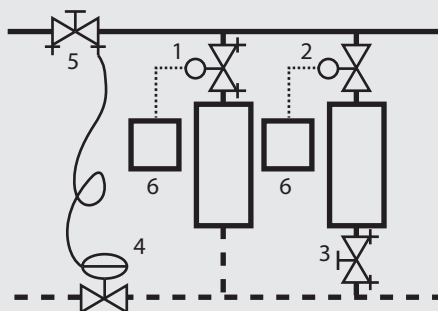
Controle ON/OFF

*veja as páginas 54-55



Aceitável

1.1.1.5



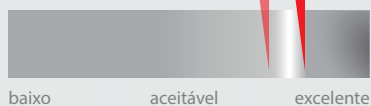
1. Válvula de controle (CV) de zona (com pré-ajuste)
2. Válvula de controle (CV) de zona (sem pré-ajuste)
3. Válvula de balanceamento manual (MBV)
4. Controlador Δp (CVPD)
5. Válvula associada*
6. Sistema de gestão predial (BMS) ou controle de temperatura ambiente (RC)

O controle de temperatura na unidade terminal é efetuado por uma válvula de controle (CV) motorizada convencional. O balanceamento hidráulico é feito por controladores de pressão diferencial (DPCV), em ramos e válvulas de balanceamento manual (MBV), na unidade terminal. Se a CV incluir uma opção de pré-ajuste, a MBV será redundante.

Isto garante que, independentemente das flutuações de pressão na rede de distribuição, ocorram a pressão e a vazão corretas no segmento controlado por pressão.

Desempenho

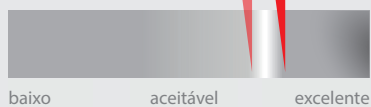
Retorno do investimento



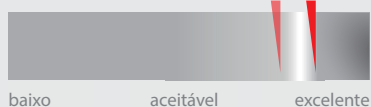
Projeto



Operação/Manutenção



Controle

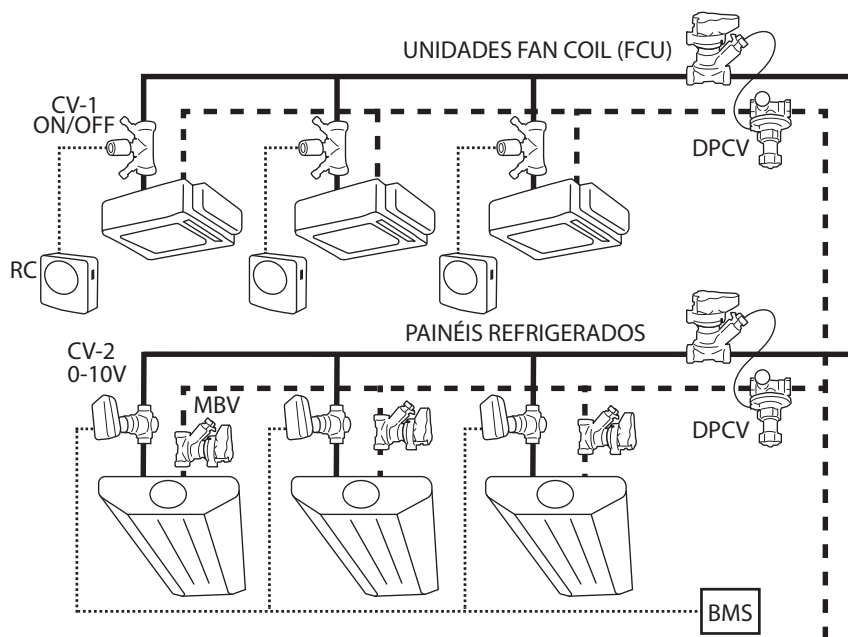


Controle de 3 pontos ou proporcional

Controle ON/OFF

Aquecimento Resfriamento

Vazão variável: controle de pressão diferencial com ON/OFF ou modulante



Produtos Danfoss:



CV-1: RA-HC + TWA-A

CV-2: VZ2 + AME130

MBV: MSV-BD

DPCV: ASV-PV+ASV-BD

Explicação

Retorno do investimento

- Requer controladores de Δp e válvulas associadas*
- MBV ou CV pré-configuráveis são necessárias para cada unidade terminal
- Os sistemas de resfriamento podem exigir controladores de Δp grandes e caros (com flanges)
- Boa eficiência energética, pois apenas sobrevazões* limitadas ocorrem sob condições de carga parcial

Projeto

- Projeto simplificado, pois os ramos são independentes da pressão
- Cálculo de Kv requerido para o controlador de Δp e a válvula de controle; o cálculo de autoridade* é também necessário para o controle modulante
- O cálculo de pré-ajuste para unidades terminais é requerido para uma distribuição adequada de água dentro do ramal
- Deve-se calcular o ajuste do controlador de Δp
- Recomenda-se uma bomba de velocidade variável

Operação/Manutenção

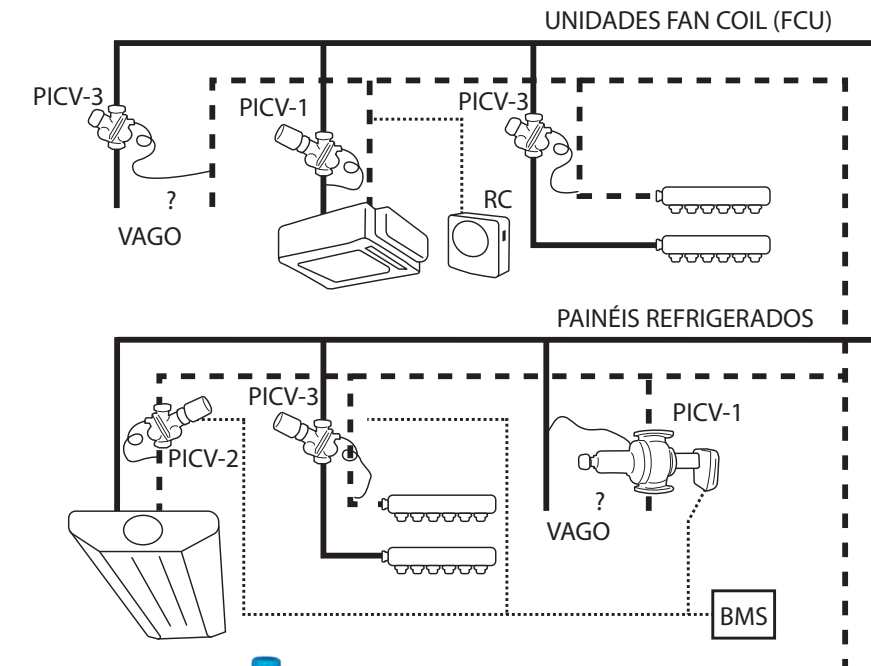
- A instalação de mais componentes está incluída, tal como a conexão do tubo de fornecimento entre Δp e a válvula associada*
- Processo de comissionamento simplificado*, graças a ramais independentes da pressão
- O balanceamento nas unidades terminais ainda é necessário, embora seja simplificado com o ramal controlado por Δp
- É possível realizar um comissionamento em fases (ramal por ramal)

Controle

- Geralmente aceitável para um bom controle
- As flutuações de pressão que afetam a capacidade de controle podem ocorrer com ramais longos e/ou grande Δp em unidades terminais
- De acordo com o tamanho dos ramais, a sobrevazão pode continuar causando flutuações da temperatura ambiente
- Ao utilizar a limitação de vazão na válvula associada* conectada ao controlador de Δp (não em unidades terminais), poderá ocorrer maior sobrevazão e oscilação da temperatura ambiente*

*veja as páginas 54-55

Vazão variável: Instalação Casco e Núcleo para escritórios e shopping centers*



Produtos Danfoss:



PICV-1: AB-PM+AME435QM

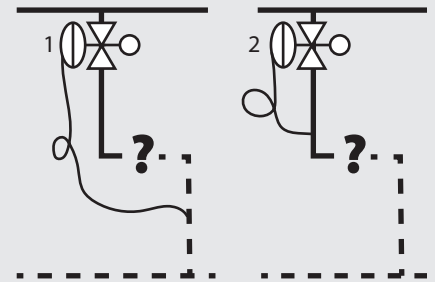


PICV-2 e PICV-3: AB-PM + TWA-Q

Recomendado



1.1.1.6



1. Válvula de balanceamento automático combinada como controlador de Δp (PICV 1)
2. Válvula de balanceamento automático combinada como controlador de vazão (PICV 2)

Esta aplicação é especialmente útil para situações em que o sistema é construído em duas fases, por diferentes empreiteiros. Em geral, a primeira fase é a da infraestrutura principal, tais como caldeiras, chillers e tubos de transporte, enquanto a segunda fase inclui as unidades terminais e os controles do ambiente.

Este é geralmente o caso em shopping centers, onde as lojas usam seu próprio empreiteiro para fazer a instalação, ou em escritórios tipo casco e núcleo, onde o proprietário de um andar de escritórios adapta-se ao seu próprio espaço, incluindo o sistema de climatização.

Explicação

Retorno do investimento

- Apenas uma válvula é necessária
- Um atuador para controle de zona ou vazão
- Recomenda-se bomba de velocidade variável (o controle proporcional da bomba é possível)

Projeto

- Não é preciso realizar cálculos de Kvs ou de autoridade*
- O cálculo de pré-ajuste é necessário apenas com base na demanda de vazão e no Δp da válvula de mistura
- Para o projeto da válvula de mistura (fase pós-instalação), os parâmetros definidos estão disponíveis

Operação/Manutenção

- Solução confiável para conexão em lojas ou andares
- O ajuste de vazão pode ser feito com base nas medições das conexões de teste da válvula
- A distribuição central está sempre corretamente balanceada, sem importar quaisquer erros cometidos de tamanho, no lado do ocupante
- Mudanças na seção secundária do sistema não influem em outras lojas ou andares
- Fácil solução de problemas, alocação de energia, gestão, etc, com NovoCon

Controle

- Diferença de pressão estável para lojas ou andares
- Se for usada apenas a limitação de vazão, poderão ocorrer pequenos casos de sobrepressão dentro do circuito, durante a carga parcial
- O atuador da válvula (se aplicável) garante o controle de zona (aplicação de controle Δp) ou o controle de vazão (aplicação de controle de vazão)

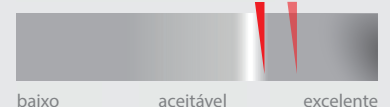
** Pode-se escolher entre duas abordagens diferentes:

1. Limitação de vazão e ΔP . Aqui a válvula limita tanto o ΔP quanto a vazão.
2. Limitação de vazão apenas. Isto exige controles adicionais de zona e balanceamento para as unidades terminais.

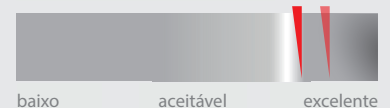
*veja as páginas 54-55

Desempenho

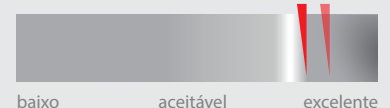
Retorno do investimento



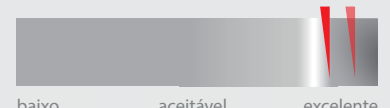
Projeto



Operação/Manutenção



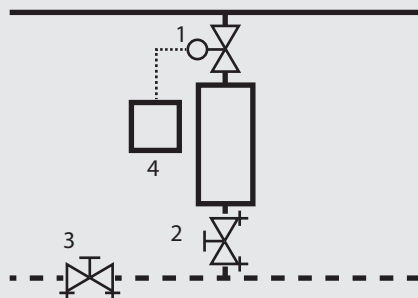
Controle



Aplicativos para controle de Δp Aplicativos para controle de vazão

**Não recomendado**

1.1.1.7



1. Válvula de controle de 2 vias (CV)
2. Válvula de balanceamento manual (MBV)
3. Válvula associada* (MBV)
4. Sistema de gestão predial (BMS) ou controle de temperatura ambiente (RC)

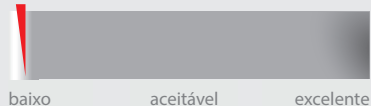
As unidades terminais são controladas por válvulas de controle motorizadas convencionais e o balanceamento hidráulico é obtido com uma válvula de balanceamento manual. Devido à sua natureza estática, a MBV só garante o balanceamento hidráulico em plena carga do sistema. Durante a carga parcial, podem ocorrer casos de sobrepressão e pouca vazão em unidades terminais, o que irá gerar um consumo excessivo de energia, bem como pontos quentes e frios no sistema.

Desempenho

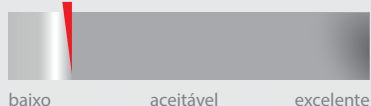
Retorno do investimento



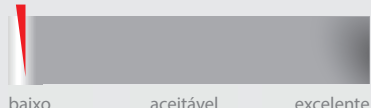
Projeto



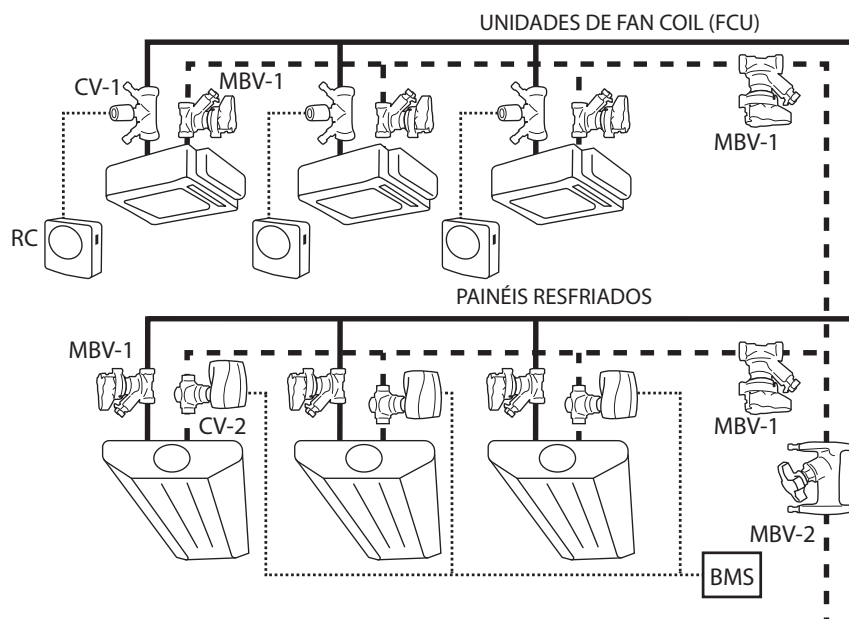
Operação/Manutenção



Controle

Aquecimento Resfriamento

Vazão variável: balanceamento manual



Produtos Danfoss:



CV-1: RA-HC + TWA-A

CV-2: VZ2 + AME130

MBV-1: MSV-BD

MBV-2: MSV-F2

Explicação

Retorno do investimento

- Muitos componentes são necessários: 2 válvulas por unidade terminal e válvulas secundárias adicionais para comissionamento*
- Aumento dos custos de instalação, devido ao grande número de válvulas
- É necessário um procedimento complexo de comissionamento, o que aumenta o risco de atraso
- Recomenda-se a utilização de uma bomba de velocidade variável, com função de Δp constante

Projeto

- Requer um dimensionamento preciso (valor de K_v , autoridade*)
- Os cálculos de autoridade* são cruciais para uma modulação aceitável
- Recomenda-se um controle constante da bomba de Δp , devido à localização adequada para a pressão
- É impossível prever o comportamento do sistema sob carga parcial

Operação/Manutenção

- Procedimento de comissionamento complicado, que só pode ser feito por pessoal qualificado
- Só é possível iniciar o processo de comissionamento no final do projeto, com carga total no sistema e acesso suficiente a todas as válvulas de balanceamento.
- Altos custos de reclamações, devido a problemas de balanceamento, ruído e controle impreciso sob carga parcial
- Requer novo balanceamento periódico e em caso de alterações no sistema
- Altos custos de bombeamento*, devido a caso de sobrepressão sob carga parcial

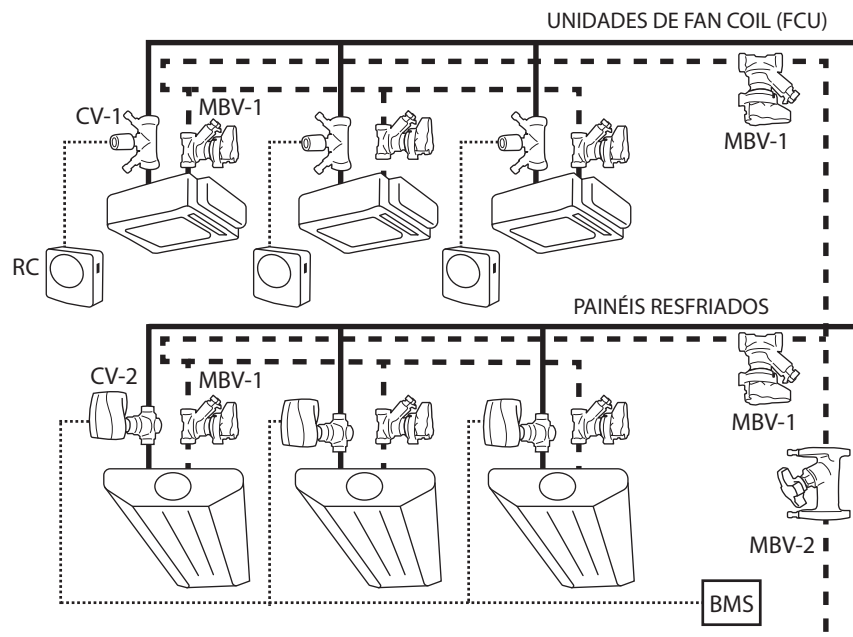
Controle

- A interdependência dos circuitos cria flutuações de pressão, que afetam a estabilidade e a precisão do controle
- A sobrepressão gerada reduz a eficiência do sistema (alto custo de bombeamento*, síndrome de baixo ΔT^* no sistema de resfriamento, flutuação da temperatura ambiente*)
- Se não for criada uma queda de pressão suficiente na válvula, a autoridade será baixa*, impossibilitando o controle modulante.

*veja as páginas 54-55

Aquecimento Resfriamento

Vazão variável: balanceamento manual com retorno reverso



Produtos Danfoss:



CV-1: RA-HC + TWA-A

CV-2: VZ2 + AME130

MBV-1: MSV-BD

MBV-2: MSV-F2

Explicação

Retorno do investimento

- Devido aos trechos de tubulação adicionais, o investimento é muito maior
- É necessário mais espaço no eixo técnico para uma terceira tubulação adicional
- É preciso ter uma bomba maior, devido à resistência adicional das tubulações adicionais
- Altos custos de reclamações, devido a problemas de balanceamento, ruído e controle impreciso durante cargas parciais

Projeto

- Projeto de tubulação complicado
- Requer o dimensionamento preciso da válvula de controle (valores de Kv, autoridade*)
- Os cálculos de autoridade* são cruciais para uma modulação aceitável
- Recomenda-se o controle constante da bomba Δp ; não é possível usar um sensor de Δp
- O sistema é balanceado apenas sob condições de carga total
- É impossível prever o comportamento do sistema sob carga parcial

Operação/Manutenção

- Procedimento de comissionamento complicado*, que só pode ser realizado por pessoal qualificado
- Só é possível iniciar o processo de comissionamento no final do projeto, com carga total no sistema e acesso suficiente a todas as válvulas de balanceamento
- O sensor de Δp não resolve problemas de bombeamento
- Requer novo balanceamento em caso de alterações no sistema
- Custos de bombeamento muito elevados*, devido à terceira tubulação e casos de sobrevariação durante a carga parcial

Controle

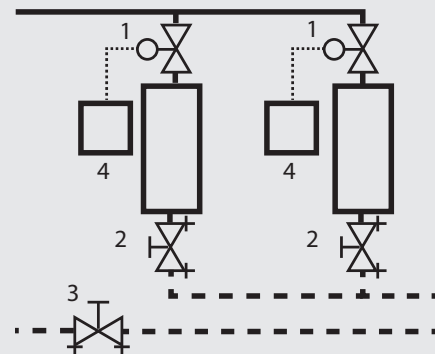
- A interdependência dos circuitos cria flutuações de pressão, que afetam a estabilidade e a precisão do controle
- A sobrevariação gerada reduz a eficiência do sistema (alto custo de bombeamento*, síndrome de baixo ΔT * no sistema de resfriamento, flutuação da temperatura ambiente*)
- Se não houver uma queda de pressão suficiente na válvula, a autoridade será baixa e isso* impedirá a ação do controle modulante

*veja as páginas 54-55

Não recomendado



1.1.1.8

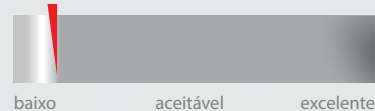


1. Válvula de controle de 2 vias (CV)
2. Válvula de balanceamento manual (MBV)
3. Válvula associada* (MBV)
4. Sistema de gestão predial (BMS) ou controle de temperatura ambiente (RC)

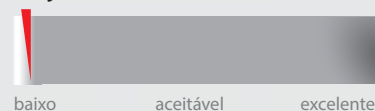
Em um sistema de retorno reverso (Tichelmann), a tubulação é projetada de modo que a primeira unidade terminal do suprimento seja a última no retorno. Em teoria, todas as unidades terminais têm o mesmo Δp disponível e, portanto, são balanceadas. Este sistema só pode ser utilizado se as unidades terminais forem do mesmo tamanho e exibirem uma vazão constante*. Essa aplicação não é adequada para outros sistemas.

Desempenho

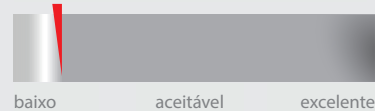
Retorno do investimento



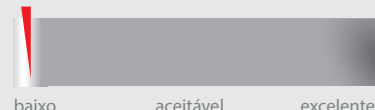
Projeto



Operação/Manutenção

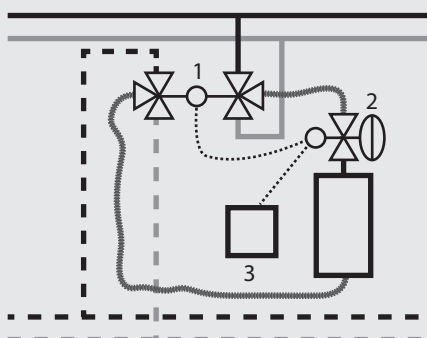


Controle



**Recomendado**

1.1.1.9



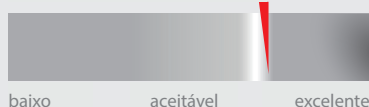
1. Válvula de 6 vias
2. Válvula de controle independente da pressão (PICV)
3. Sistema de gestão predial (BMS)

Esta aplicação será útil se houver um trocador de calor que precise realizar tanto aquecimento quanto resfriamento. Adapta-se perfeitamente às soluções de painéis radiantes.

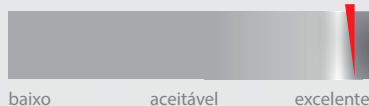
Essa aplicação usa uma válvula de 6 vias para comutar entre aquecimento e resfriamento e uma PICV para balancear e controlar a vazão.

Desempenho

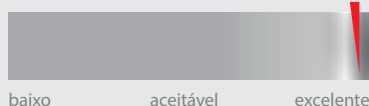
Retorno do investimento



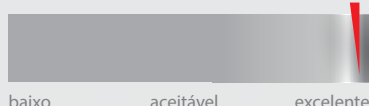
Projeto



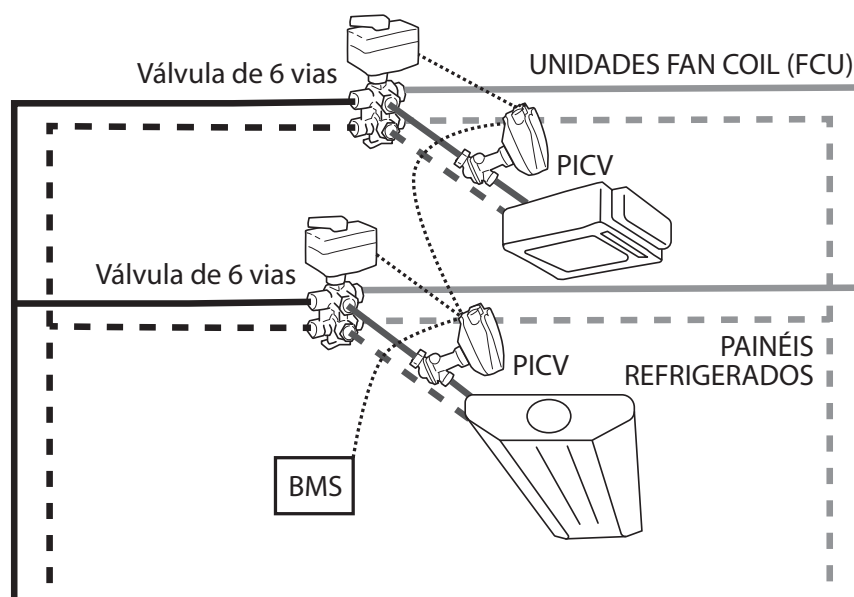
Operação/Manutenção



Controle

Aquecimento Resfriamento

Vazão variável: troca de quatro tubulações (CO6) por painéis radiantes de aquecimento / resfriamento, vigas frias, etc., com válvula de controle PICV

**Produtos Danfoss:**

Válvula de 6 vias + PICV: NovoCon ChangeOver6 +AB-QM

Explicação

Retorno do investimento

- Requer apenas duas válvulas, ao invés de quatro: uma para comutação* e outra para controle de aquecimento/resfriamento
- Alta eficiência energética, graças ao alto ΔT , e não há sobrevazão*
- Baixo custo de comissionamento*, pois o ajuste de vazão só é necessário na PICV ou BMS, ao se utilizar um atuador digital
- Os custos de BMS são reduzidos, já que apenas um ponto de dados é necessário

Projeto

- Fácil seleção de PICV, pois requer apenas a vazão para o dimensionamento
- Dispensa cálculos de K_v ou autoridade*
- Deve-se comprovar o Δp da válvula de CO6
- Balanceamento e controle perfeitos sob todas as cargas, para garantir um controle preciso da temperatura ambiente

Operação/Manutenção

- Construção simplificada graças ao menor número de componentes e aos conjuntos pré-fabricados
- Uma só válvula controla tanto o resfriamento como o aquecimento
- Baixos custos de reclamações, graças ao balanceamento e ao controle perfeitos em todas as condições de carga
- Não há vazão cruzada entre aquecimento e resfriamento
- Baixos custos de operação e manutenção: limpeza, purga e alocação / gestão de energia podem ser efetuadas via BMS

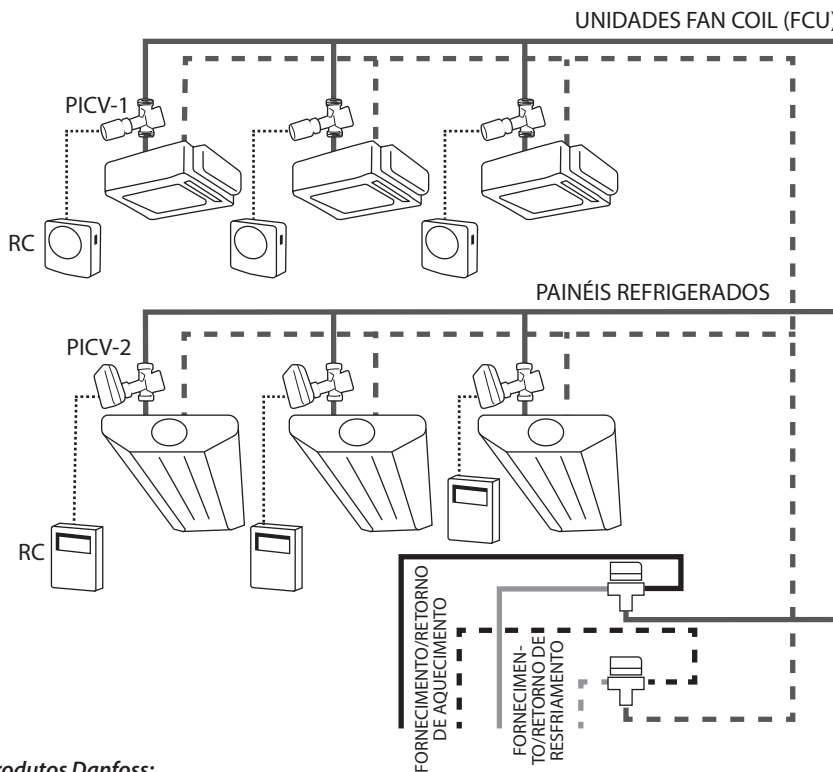
Controle

- Controle perfeito graças à autoridade total*
- Configurações individuais para resfriamento e aquecimento (vazão), permitindo controle perfeito em ambas as situações
- Controle preciso da temperatura ambiente
- O atuador digital garante maior economia, graças à função de medição e gestão de energia

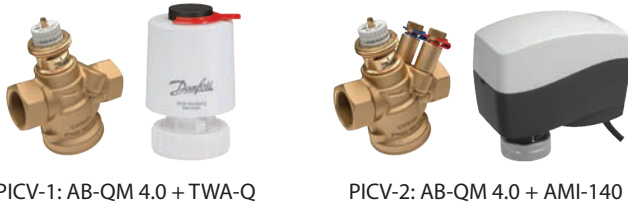
Aquecimento Resfriamento

Aceitável 

Vazão variável: sistema de aquecimento/ resfriamento de dois tubos com comutação central*



Produtos Danfoss:



PICV-1: AB-QM 4.0 + TWA-Q

PICV-2: AB-QM 4.0 + AMI-140

Explicação

Retorno do investimento

- Custo de construção muito reduzido, devido à eliminação de um conjunto secundário de tubulação
- Custos adicionais se uma comutação automática for necessária*
- Recomenda-se o controle proporcional da bomba

Projeto

- Seleção simples de PICV, com base na vazão de resfriamento, que costuma ser a mais alta
- A válvula de comutação deve ser selecionada com base na vazão mais alta (resfriamento); recomenda-se um alto valor de Kvs, para reduzir o custo de bombeamento*
- É preciso garantir diferentes vazões para aquecimento e resfriamento, seja limitando o curso do atuador ou ajustando remotamente a vazão máxima (atuador digital)
- Na maioria dos casos, é preciso ter cabeças de bomba diferentes para aquecimento e resfriamento

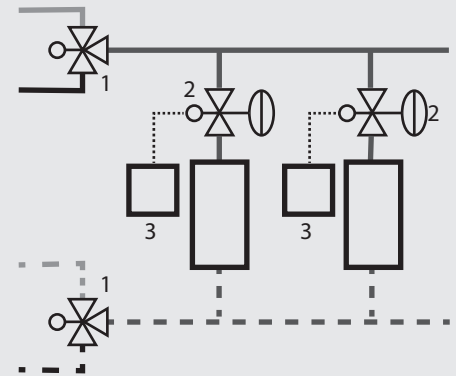
Operação/Manutenção

- Configuração simples do sistema com poucas válvulas, o que reduz os custos de manutenção
- É preciso gerenciar comutações sazonais*
- Não há sobrevazão* (caso seja possível ajustar a vazão para um modo de aquecimento/ resfriamento diferente)

Controle

- Não é possível manter aquecimento e refrigeração simultaneamente, em ambientes diferentes
- Balanceamento e controle hidráulicos perfeitos com PICV
- O controle ON/OFF causa sobrevazão quando a limitação de vazão não é resolvida para uma demanda de vazão menor (aquecimento)

1.1.1.10

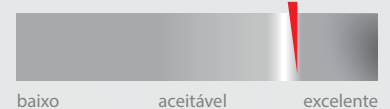


1. Válvula de comutação central
2. Válvula de controle independente da pressão (PICV)
3. Termostato do ambiente (RC)

Nesta aplicação, um comutador central garante que os ambientes possam ser resfriados e aquecidos. É altamente recomendável utilizar uma PICV para controle de temperatura, devido aos diferentes requisitos de vazão para aquecimento e resfriamento.

Desempenho

Retorno do investimento



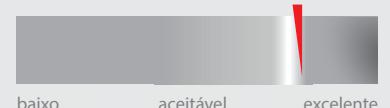
Projeto



Operação/Manutenção



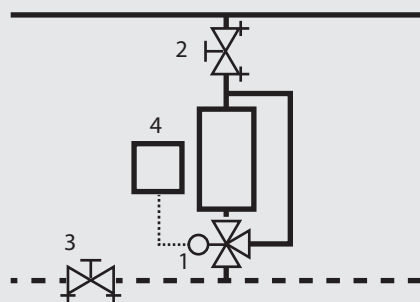
Controle



*veja as páginas 54-55

**Não recomendado**

1.1.2.1

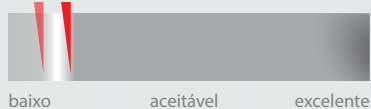


1. Válvula de controle de 3 vias (CV)
2. Válvula de balanceamento manual (MBV)
3. Válvula associada* (MBV)
4. Sistema de gestão predial (BMS) ou controle de temperatura ambiente (RC)

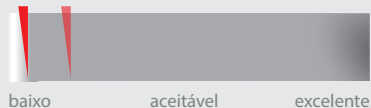
Nesta aplicação, o controle de temperatura na unidade terminal é efetuado através de válvulas de 3 vias. Utiliza-se válvulas de balanceamento manual para criar um balanceamento hidráulico no sistema. Esta aplicação deve ser evitada, devido à sua baixa eficiência energética.

Desempenho

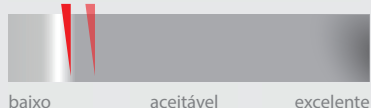
Retorno do investimento



Projeto



Operação/Manutenção



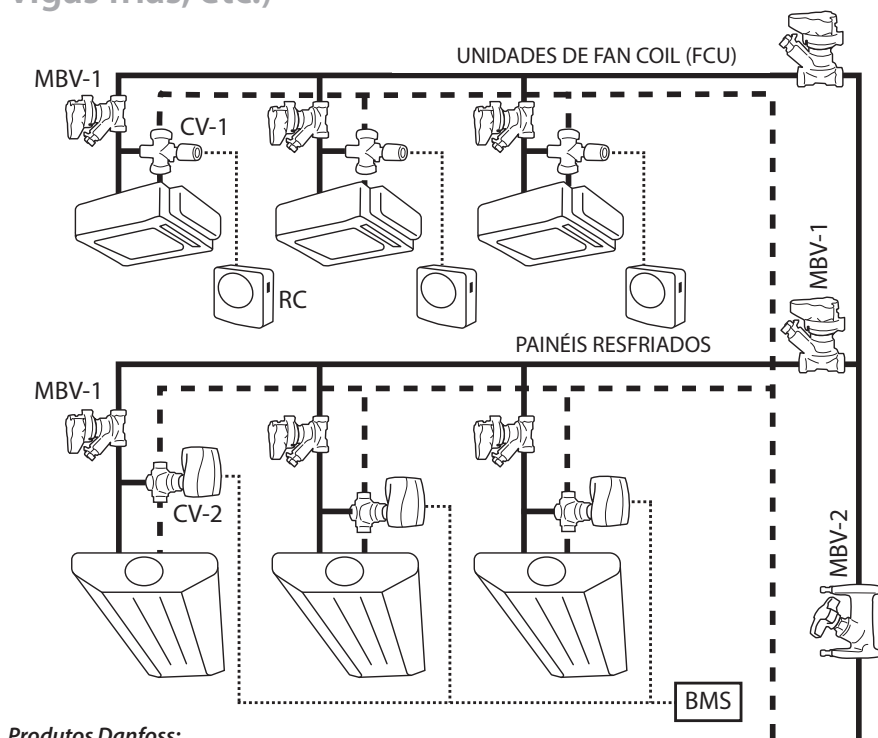
Controle



Controle ON/OFF controle modulante

Aquecimento Resfriamento

Vazão constante: válvula de 3 vias com balanceamento manual (em aplicações de fan coil, vigas frias, etc.)



Produtos Danfoss:



CV-1: VZL3 + TWA-ZL



CV-2: VZ3 + AME130



MBV-1: MSV-BD



MBV-2: MSV-F2

Explicação

Retorno do investimento

- Muitos componentes são necessários: uma válvula de 3 vias, uma válvula de balanceamento por unidade terminal e válvulas secundárias adicionais para comissionamento*
- Custos de operação extremamente altos, muito ineficiente do ponto de vista energético
- A vazão é quase constante; nenhum acionamento de velocidade variável é aplicado
- Como o ΔT é muito baixo no sistema sob carga parcial, caldeiras e chillers operam com eficiência muito reduzida

Projeto

- Requer o cálculo de Kv, bem como um cálculo de autoridade* para a válvula de 3 vias, em caso de modulação
- É preciso dimensionar um desvio ou instalar uma válvula de balanceamento. Caso contrário, podem ocorrer grandes casos de sobrevazão sob cargas parciais, que geram ineficiência energética e equipamentos terminais com vazão insuficiente
- Para o cálculo da cabeça de bomba, deve-se levar em conta a carga parcial se estiver prevista alguma sobrevazão no desvio

Operação/Manutenção

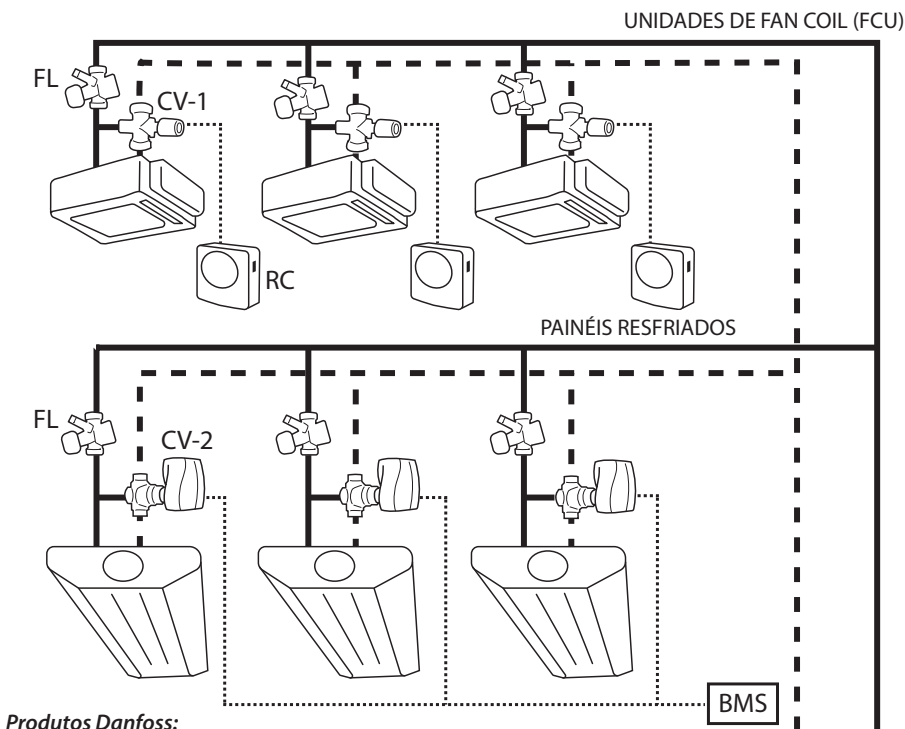
- Requer comissionamento do sistema
- O balanceamento hidráulico sob carga total e parcial é aceitável
- Alto consumo de energia da bomba, devido à operação constante
- Alto consumo de energia (baixo ΔT)

Controle

- A distribuição de água e a pressão disponível nas unidades terminais são mais ou menos constantes sob todas as condições de carga
- O controle da temperatura ambiente é satisfatório
- Uma válvula de controle superdimensionada irá fornecer baixa gama e oscilação* com modulação

Aquecimento Resfriamento

Vazão constante: válvula de 3 vias com limitador de vazão nas unidades terminais (aplicações de fan coil, vigas frias, etc.)



Produtos Danfoss:



CV-1: VZL3 + TWA-ZL



CV-2: VZ3 + AMV-130



FL: AB-QM

Explicação

Retorno do investimento

- Muitos componentes são requeridos: uma válvula de 3 vias e um limitador de vazão automático por unidade terminal
- Configuração de válvulas bastante simples, dispensando uma válvula de balanceamento de desvio e outras válvulas para o comissionamento*
- Custos de operação extremamente altos, muito ineficiente do ponto de vista energético
- A taxa de vazão se aproxima de um valor constante, sem aplicação do acionamento de velocidade variável
- Como o ΔT é muito baixo no sistema sob carga parcial, caldeiras e chillers operam com eficiência muito reduzida.

Projeto

- Em caso de modulação, é preciso realizar um cálculo de Kv, além de um cálculo de autoridade* para a válvula de 3 vias
- O dimensionamento e o pré-ajuste dos limitadores de vazão baseia-se na vazão nominal da unidade terminal
- Para calcular a cabeça da bomba, deve-se levar em conta a carga parcial se for prevista alguma sobrecarga no desvio

Operação/Manutenção

- Requer comissionamento do sistema
- O balanceamento hidráulico sob carga total e parcial é aceitável
- Alto consumo de energia da bomba, devido à operação constante
- Alto consumo de energia (ΔT menor)

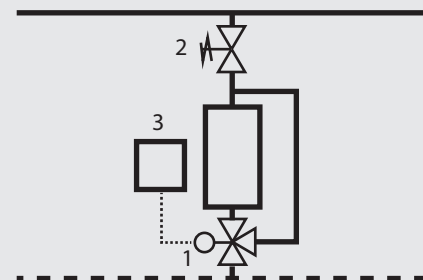
Controle

- A distribuição de água e a pressão disponível nas unidades terminais são razoavelmente constantes sob todas as cargas
- O controle da temperatura ambiente é satisfatório
- Uma válvula de controle superdimensionada irá fornecer baixa gama e oscilação* com modulação

Não recomendado



1.1.2.2



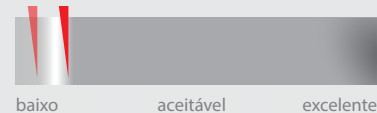
1. Válvula de controle de 3 vias (CV)
2. Limitador de vazão (FL)
3. Sistema de gestão predial (BMS) ou controle de temperatura ambiente (RC)

Nesta aplicação, o controle de temperatura na unidade terminal é efetuado através de válvulas de 3 vias.

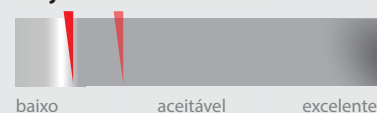
Utiliza-se limitadores de vazão automáticos para criar um balanceamento hidráulico no sistema. Esta aplicação deve ser evitada, devido à sua baixa eficiência energética.

Desempenho

Retorno do investimento



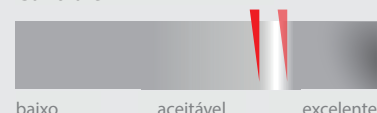
Projeto



Operação/Manutenção



Controle

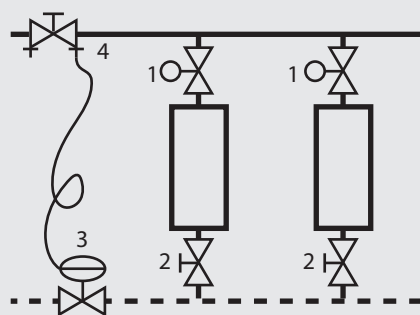


Controle ON/OFF (baixo) vs controle modulante (excelente)

*veja as páginas 54-55

**Recomendado**

1.2.1.1

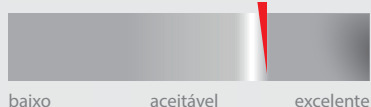


1. Válvula do radiador termostática (TRV)
2. Válvula de retenção (RLV)
3. Controlador Δp (CVPD)
4. Válvula associada*

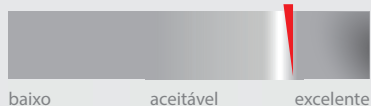
Nesta aplicação, garante-se uma vazão variável* nas tubulações ascendentes, usando válvulas termostáticas de radiador. No caso de pré-ajuste disponível em TRV, utiliza-se o controlador de ΔP sem limitação de vazão na tubulação ascendente.

Desempenho

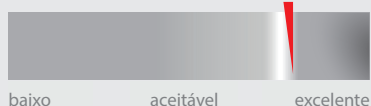
Retorno do investimento



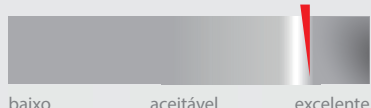
Projeto



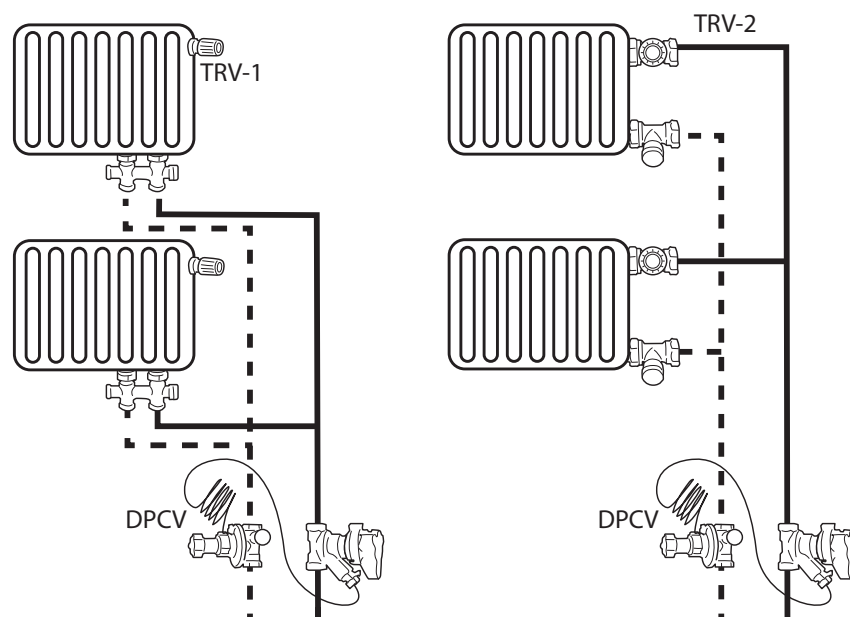
Operação/Manutenção



Controle

Aquecimento Resfriamento

Sistema de aquecimento por radiador de dois tubos: tubulações ascendentes com válvulas termostáticas de radiador (sem pré-ajuste)



Produtos Danfoss:



TRV-1: RA build in + RA

TRV-2: RA-N + RA

DPCV: ASV-PV+ASV-BD

Explicação

Retorno do investimento

- O controlador de Δp é mais caro, se comparado ao balanceamento manual
- Dispensa o comissionamento; requer apenas ajuste de Δp no controlador de Δp e pré-ajuste de vazão na TRV
- Uma bomba de velocidade variável é recomendada

Projeto

- Método de cálculo simples e as tubulações ascendentes controladas por Δp podem ser calculadas como válvulas de mistura independentes (pode-se dividir o sistema por tubulações ascendentes)
- É preciso efetuar um cálculo de pré-ajuste dos radiadores
- Requer cálculo de K_v para o controlador de Δp e a válvula de controle. É preciso também calcular a autoridade para o correto funcionamento da TRV
- A demanda de Δp do circuito deve ser calculada e ajustada de acordo com a vazão nominal e a resistência do sistema

Operação/Manutenção

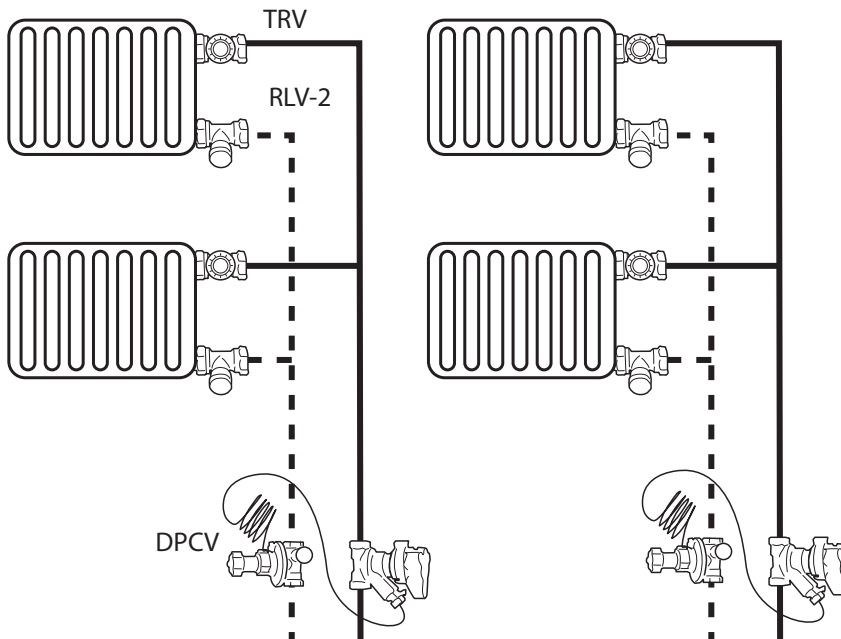
- A regulagem hidráulica está na parte inferior das tubulações ascendentes e do pré-ajuste do radiador
- Não há nenhuma interferência hidráulica entre as tubulações ascendentes
- Balanceamento sob carga total e parcial - bom - com pré-ajuste de TRV
- Boa eficiência: o maior T na tubulação ascendente e a bomba de velocidade variável permitem poupar energia

Controle

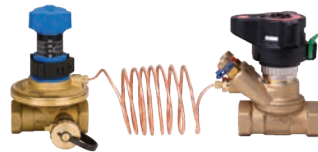
- A eficiência do sistema é boa, com pré-ajustes individuais nos radiadores
- Baixo custo de bombeamento: a vazão das tubulações ascendentes é limitada
- ΔT máximo em tubulações ascendentes

Aquecimento Resfriamento

Sistema de aquecimento por radiador de dois tubos: tubulações ascendentes com válvulas termostáticas de radiador (sem pré-ajuste)



Produtos Danfoss:

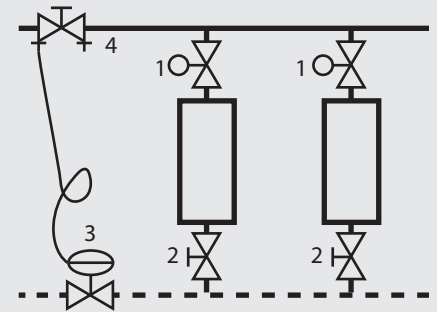


DPCV: ASV-PV+ASV-BD

Aceitável



1.2.1.2



1. Válvula do radiador termostática (TRV)
2. Válvula de retenção (RLV)
3. Controlador de Δp (DPCV)
4. Válvula associada*

Nesta aplicação, garante-se uma vazão variável* nas tubulações ascendentes, usando válvulas termostáticas de radiador. Não há possibilidade de pré-ajuste em TRV e o controlador de ΔP é utilizado com limitação de vazão na tubulação ascendente, com válvula associada*.

Explicação

Retorno do investimento

- O controlador de Δp , associado à limitação de vazão, é mais caro que o balanceamento manual
- Deve-se efetuar comissionamento* para limitar a vazão na parte inferior da tubulação ascendente, além do ajuste de Δp no controlador de Δp
- Recomenda-se uma bomba de velocidade variável

Projeto

- O método de cálculo é simples e as tubulações ascendentes controladas por Δp podem ser calculadas como circuitos independentes (pode-se dividir o sistema por tubulações ascendentes)
- Requer cálculo de pré-ajuste da válvula associada* para limitação de vazão
- Requer cálculo de K_v para o controlador de Δp e a válvula de controle; a verificação de autoridade* também é essencial para se saber o desempenho do controle de TRV
- A demanda de Δp da válvula de mistura deve ser calculada e ajustada de acordo com a vazão nominal e a resistência do sistema

Operação/Manutenção

- A regulagem hidráulica é encontrada apenas na parte inferior das tubulações ascendentes
- Não há nenhuma interferência hidráulica entre as tubulações ascendentes
- O balanceamento sob carga total e parcial é aceitável
- Uma eficiência aceitável e a bomba de velocidade variável permitem poupar energia*

Controle

- A limitação de vazão, na parte inferior da tubulação ascendente, causa uma queda de pressão adicional dentro da válvula de mistura controlada de Δp ; portanto, surge maior sobrepressão sob carga parcial (em comparação ao pré-ajuste em TRV)
- Maiores custos de bombeamento*; no entanto, a vazão das tubulações ascendentes é limitado e uma vazão de saída mínima ocorre dentro da tubulação ascendente, sob condição de carga parcial
- ΔT aceitável em tubulações ascendentes (mais baixo em comparação ao pré-ajuste em TRV)

Desempenho

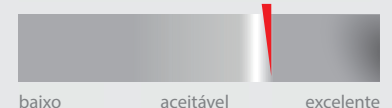
Retorno do investimento



Projeto



Operação/Manutenção



Controle



*veja as páginas 54-55

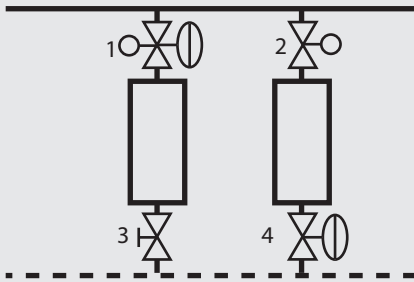


Recomendado

1.2.1.3

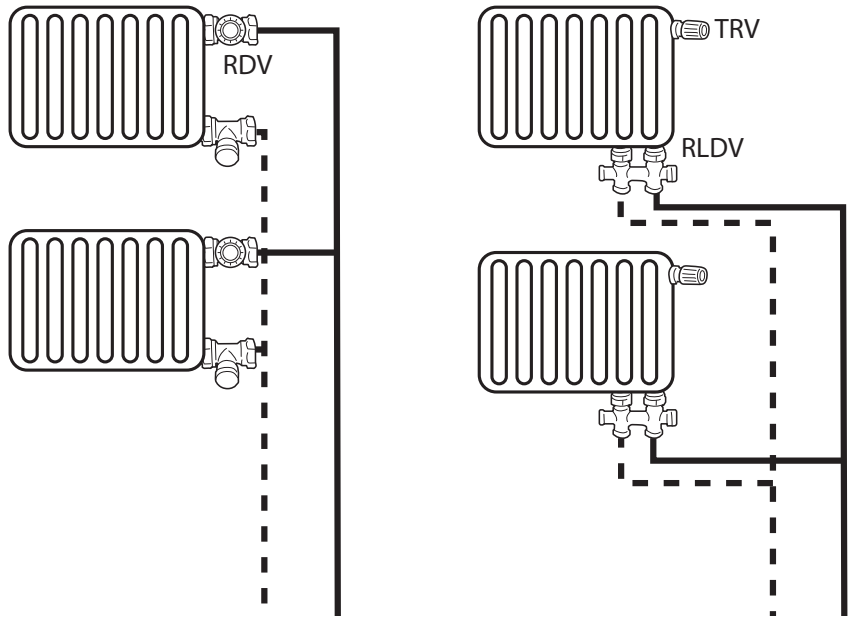
Aquecimento Resfriamento

Controle independente da pressão para sistemas de aquecimento por radiadores



1. Válvula dinâmica do radiador (RDV)
2. Válvula do radiador termostática (TRV)
3. Válvula de retenção (RLV)
4. Válvula retentora dinâmica (RLDV)

Nesta aplicação, as válvulas de controle independentes da pressão usadas em um sistema de aquecimento por radiadores menores, combinadas a um sensor termostático (controle automático proporcional da temperatura ambiente), garantem que, independentemente da oscilação da pressão dentro do sistema, é possível obter a vazão adequada – permitindo assim que o ambiente receba a quantidade adequada de calor (radiador tradicional ou conexão de peça em "H" disponível).



Produtos Danfoss:



RDV: RA-DV + RA



TRV-1: RA build in + RA



RLDV: RLV-KDV

Desempenho

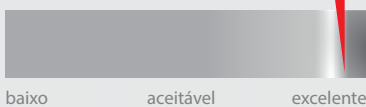
Retorno do investimento



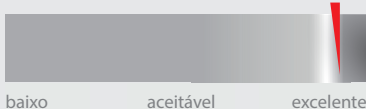
Projeto



Operação/Manutenção



Controle



Explicação

Retorno do investimento

- Requer um número mínimo de componentes, resultando em custos de instalação mais baixos
- Baixos custos de reclamações, graças ao balanceamento e controle perfeitos sob todas as cargas
- Alta eficiência energética graças à limitação precisa da vazão sob todas as cargas
- Alta eficiência de caldeiras e bombeamento, devido ao elevado ΔT no sistema

Projeto

- Seleção simples de válvulas com base nos requisitos de vazão
- Dispensa cálculos de Kv ou autoridade*; o cálculo de pré-ajuste baseia-se na demanda de vazão
- Equilíbrio e controle perfeitos sob todas as cargas
- Recomenda-se o controle proporcional da bomba; a velocidade da bomba pode ser facilmente otimizada
- Esta solução pode ser aplicada até uma vazão máxima de 135 l/h na unidade terminal, com uma diferença de pressão máxima de 60 kPa na válvula
- Δp mínimo disponível na válvula 10 kPa

Operação/Manutenção

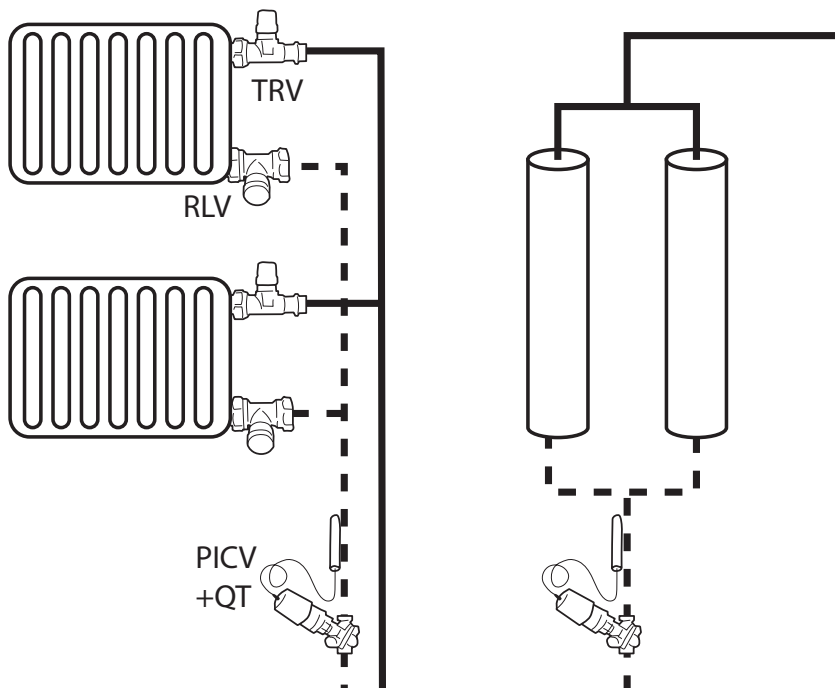
- Construção simplificada graças à redução de componentes
- É possível configurar e esquecer os complicados procedimentos de balanceamento
- As comutações no ajuste de vazão não afetam outros usuários
- A válvula permite verificar a vazão com uma ferramenta especial

Controle

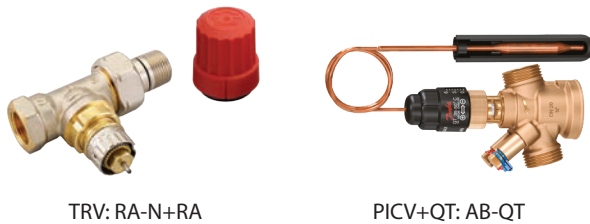
- Controle perfeito graças à autoridade total*
- Não há sobrevariação*
- Banda Xp proporcional fixa de 2K
- Por ser totalmente independente da pressão, não interfere nas flutuações de pressão e, portanto, permite uma temperatura ambiente estável*

Aquecimento Resfriamento

Tubulações ascendentes subordinadas (escadas, banheiros, etc.) em sistemas de aquecimento por radiadores de dois tubos ou tubo único, sem válvula termostática



Produtos Danfoss:



TRV: RA-N+RA

PICV+QT: AB-QT

Explicação

Retorno do investimento

- O QT (sensor limitador de temperatura) representa um custo adicional (um limitador de vazão é recomendado em qualquer caso)
- Não é preciso comissionar o sistema; basta ajustar a vazão em PICV e a temperatura em QT
- Uma bomba de velocidade variável é recomendada

Projeto

- Requer um cálculo simples para a vazão da tubulação ascendente, com base na demanda de calor e ΔT ; o tamanho do radiador e do convector deve ser projetado de modo correspondente
- A vazão é controlada pelo sinal de temperatura de retorno
- O cálculo de pré-ajuste do radiador é crucial, pois não há um controlador de temperatura ambiente. A emissão de calor irá depender da vazão e do tamanho do radiador. O cálculo de pré-ajuste baseia-se na vazão entre os radiadores e na queda de pressão nas tubulações
- Cálculo hidráulico simplificado (pode-se dividir o sistema em tubulações ascendentes)

Operação/Manutenção

- Não há superaquecimento da tubulação ascendente durante a condição de carga parcial (fortemente recomendada em caso de renovação)
- Bom balanceamento sob carga total e parcial: permite poupar ainda mais energia*
- Maior eficiência, temperatura de retorno limitada e bomba de velocidade variável permitem poupar energia*

Controle

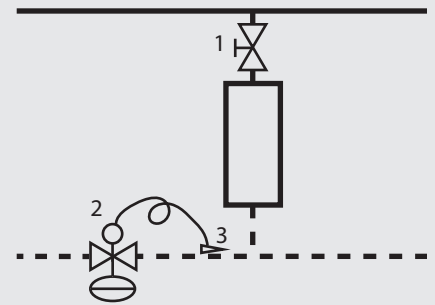
- Os ambientes internos (banheiros, em geral) têm uma demanda constante de calor para manter a produção de calor constante, com um aumento da temperatura
- Menor superaquecimento das tubulações ascendentes, o que poupa energia*
- O aumento de ΔT garante menor perda de calor e maior eficiência na produção de calor
- BAIXO custo de bombeamento*: a vazão das tubulações ascendentes subordinadas é limitada e ainda mais reduzida com a limitação de temperatura por QT
- Eficiência do controle QT limitada com a queda da temperatura de vazão. O controlador eletrônico (CCR3+) eleva a eficiência em temperaturas externas mais altas

*veja as páginas 54-55

Recomendado



1.2.1.4

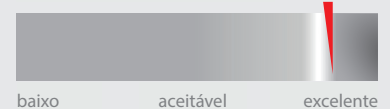


1. Válvula do radiador (sem sensor) (RV)
2. Válvula de controle independente da pressão (PICV)
3. Sensor de temperatura (QT)

Esta aplicação apresenta uma vazão teórica constante* em tubulações ascendentes subordinadas e sem sensor termostático na válvula do radiador (escadas, banheiros, etc.). Para obter maior eficiência, garanta-se uma vazão variável* em caso de carga parcial, quando a temperatura de retorno aumenta, com limitação da temperatura da vazão de retorno.

Desempenho

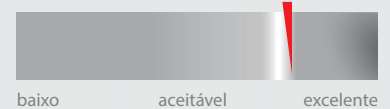
Retorno do investimento



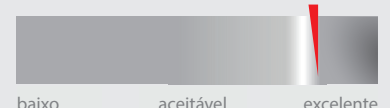
Projeto



Operação/Manutenção

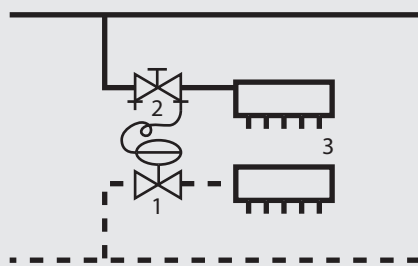


Controle



**Recomendado**

1.2.1.5



1. Controlador de Δp (DPCV)
2. Válvula associada*
3. Coletor com válvulas pré-ajustáveis

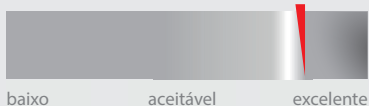
Nesta aplicação, garante-se uma vazão variável* na tubulação de distribuição e uma pressão diferencial constante em cada coletor, independentemente de mudanças na carga e da flutuação de pressão no sistema. Aplicável tanto para radiadores como para sistemas de piso radiante.

Desempenho

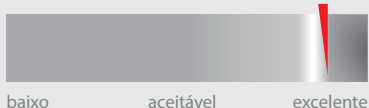
Retorno do investimento



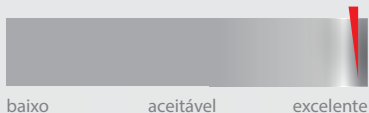
Projeto



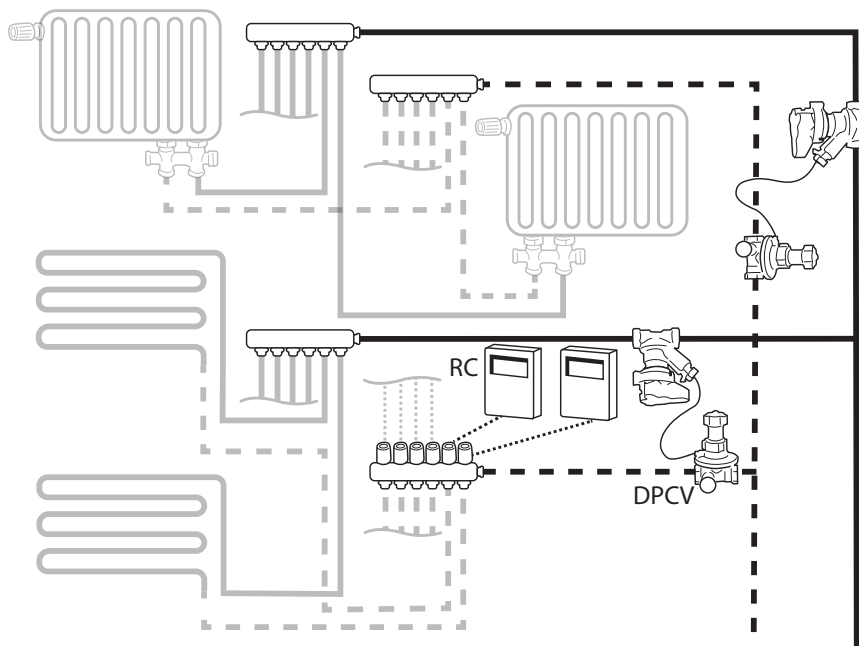
Operação/Manutenção



Controle

Aquecimento Resfriamento

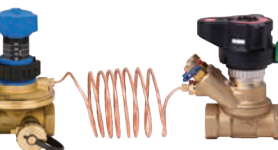
Controle de Δp para coletor com controle individual de zona/ambiente



Produtos Danfoss:



Coletor: FHF + TWA-A



DPCV: ASV-PV + ASV-BD

Explicação

Retorno do investimento

- Além do coletor, requer uma válvula DPCV com válvula associada*. O medidor de energia é normalmente usado para conexões planas individuais
- Atuador térmico para controle de zona (piso radiante) ou sensor termostático (radiador)
- Dispensa o comissionamento, enquanto os ajustes de Δp e de vazão são necessários apenas em válvulas de mistura do coletor
- Com investimento adicional, pode-se elevar o conforto dos usuários com um controle de temperatura ambiente individual, com fio ou sem fio, baseado em tempo
- Uma bomba de velocidade variável é recomendada

Projeto

- Fácil dimensionamento da DPCV, de acordo com o cálculo de Kvs e a demanda total de vazão do coletor
- O cálculo de pré-ajuste é necessário apenas para válvulas de zona integradas
- Requer pré-ajuste das válvulas de mistura, que limita a vazão para garantir que não ocorra vazão insuficiente ou excessiva nas conexões

Operação/Manutenção

- Solução confiável e independente da pressão para a conexão individual de um andar/coletor
- A válvula associada* pode ter diferentes funções, tais como conexão do tubo de fornecimento, fechamento, etc.
- O ajuste de vazão pode ser feito com precisão, ajustando-se Δp na DPCV com um medidor de energia usado mais frequentemente
- NÃO HÁ risco de ruído, graças aos coletores controlados por Δp
- Alta eficiência, especialmente com o controle de ambiente programável individual

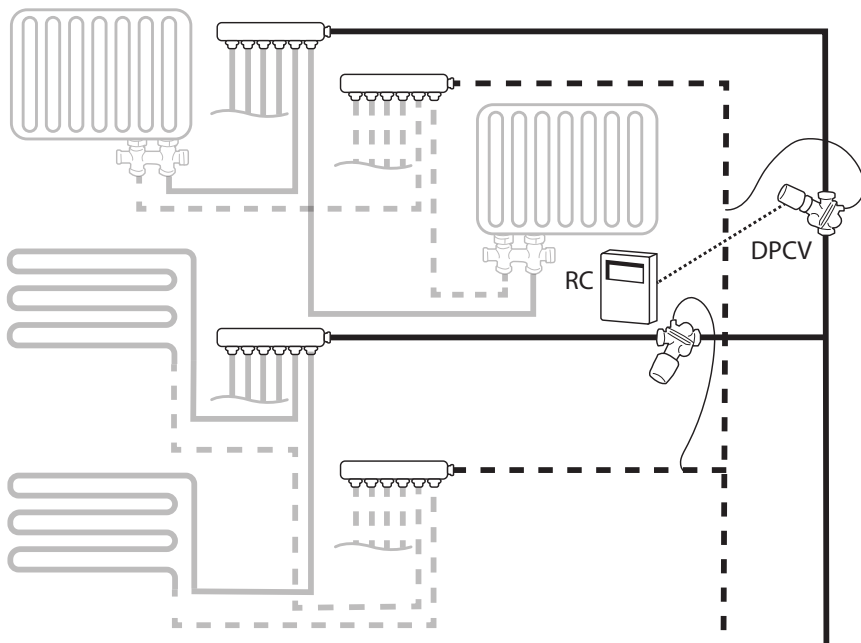
Controle

- Diferença de pressão estável para os coletores
- A limitação de vazão foi resolvida, sem sobrevazão* ou vazão insuficiente nas conexões
- Os atuadores térmicos (piso radiante) garantem o controle individual da zona de temperatura ambiente, com base no tempo (ON/OFF), ou um coletor com um controlador de ambiente adequado
- O sensor termostático (radiador) garante o controle proporcional do ambiente com a banda Xp apropriada

*veja as páginas 54-55

Aquecimento Resfriamento

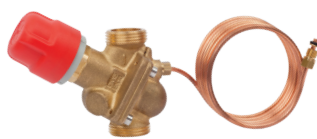
Controle de Δp e limitação de vazão para coletor com controle de zona central



Produtos Danfoss:



Coletor: FHF

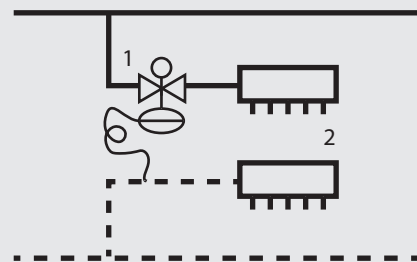


ABV: AB-PM + TWA-Q(opcional)

Recomendado



1.2.1.6



1. Controlador de Δp (DPCV)
2. Coletor com válvulas pré-ajustáveis

Nesta aplicação, garante-se uma vazão variável* na tubulação de distribuição e uma diferença máxima de pressão em cada coletor, independentemente de mudanças de carga e da flutuação de pressão no sistema. Além disso, limita-se a vazão do coletor e pode-se garantir o controle da área, ao adicionar um atuador térmico à DPCV. Aplicável tanto para radiadores como para sistemas de piso radiante.

Explicação

Retorno do investimento

- Requer apenas a conexão da DPCV e do tubo de fornecimento. O medidor de energia é frequentemente usado para uma conexão a um andar individual
- Atuador térmico para controle de zona opcional (instalado na DPCV)
- O controle individual de zona (piso radiante) ou o sensor termostático (radiador) também é possível
- O tempo de instalação pode ser reduzido com o uso da solução configurada
- Dispensa o comissionamento e o ajuste de vazão é necessário apenas na DPCV e no pré-ajuste de cada válvula
- Uma bomba de velocidade variável é recomendada

Projeto

- Cálculo simples, sem Kvs ou autoridade*, e seleção de válvulas com base na vazão e na demanda de Δp da válvula
- Requer um cálculo de pré-ajuste para válvulas de zona integradas (se houver)
- O pré-ajuste da limitação de vazão garante que não haja excesso ou insuficiência de vazão no coletor
- O cálculo da cabeça da bomba é muito simples; proporciona ainda a diferença de pressão mínima disponível para DPCV (incluindo o Δp da válvula)

Operação/Manutenção

- Solução confiável e independente da pressão para uma conexão de andar individual
- A válvula associada*, se aplicável, pode ter diferentes funções, tais como conexão do tubo de fornecimento, fechamento, etc.
- Não há de ruído, graças ao coletor controlado por Δp
- Alta eficiência, especialmente com o controle de ambiente programável individual

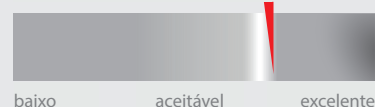
Controle

- Diferença de pressão maximizada para o coletor
- A limitação de vazão foi resolvida, sem sobrepressão* ou vazão insuficiente nas conexões
- ...mas com uma leve sobrepressão dentro na válvula sob carga parcial
- O atuador térmico garante o controle de zona (ON/OFF), com um controlador de ambiente adequado

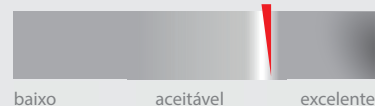
*veja as páginas 54-55

Desempenho

Retorno do investimento



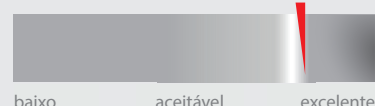
Projeto



Operação/Manutenção



Controle



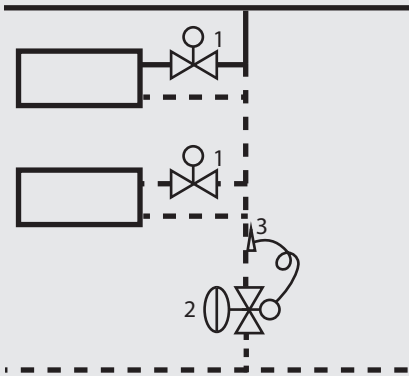


Recomendado

1.2.2.1

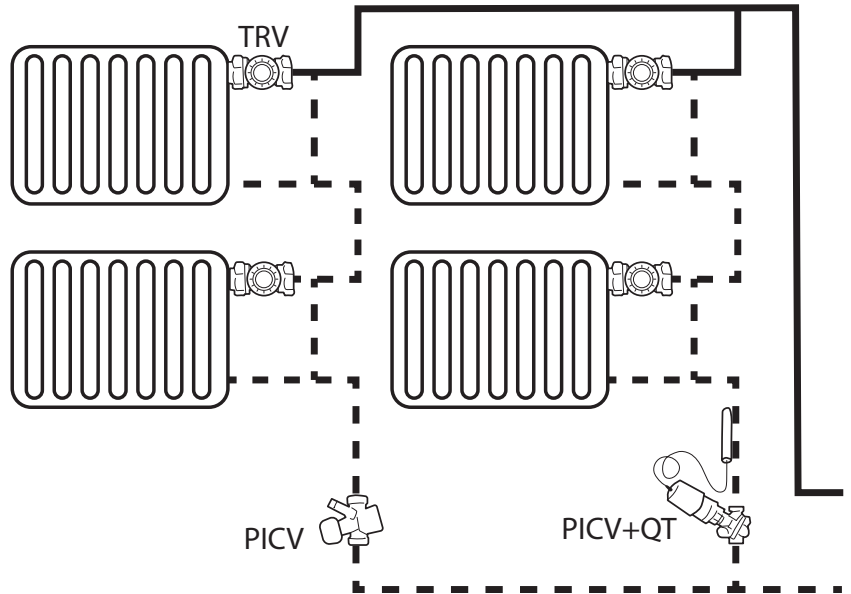
Aquecimento Resfriamento

Renovação do sistema de aquecimento por radiador de tubo único, com limitação automática de vazão e possível limitação automática da temperatura de retorno



1. Válvula do radiador (TRV)
2. Válvula de controle independente da pressão (PICV)
3. Sensor de temperatura (QT) (opcional)

Esta aplicação é adequada para uma renovação do sistema de aquecimento do radiador com tubulação vertical. É recomendável instalar uma válvula termostática de radiador de alta capacidade e um limitador de vazão na coluna. Para se obter maior eficiência, é recomendável, opcionalmente, o uso do controle de temperatura de retorno com QT (sensor termostático).



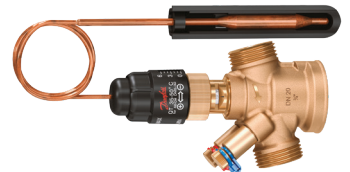
Produtos Danfoss:



TRV: RA-G + RA



PICV: AB-QM



PICV+QT: AB-QT

Desempenho

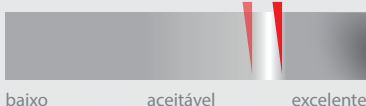
Retorno do investimento



Projeto



Operação/Manutenção



Controle



Explicação

Retorno do investimento

- O custo do investimento é maior (válvula termostática do radiador + limitador de vazão + QT nas colunas) em relação ao balanceamento manual
- Instalação QT simples, com baixo custo adicional
- Dispensa o comissionamento*; requer apenas um ajuste da vazão
- Recomenda-se o uso de uma bomba de velocidade variável (sem QT, pode-se dispensar o controle da bomba)

Projeto

- «α» (participação do radiador) cálculo com iteração
- Requer uma TRV de grande capacidade para elevar o «α»
- O tamanho do radiador depende das mudanças de temperatura de vazão
- Deve-se levar em conta o efeito gravitacional
- Cálculo hidráulico simples em relação ao controlador da tubulação ascendente; a seleção baseia-se na vazão, mas é preciso garantir a pressão mínima disponível sobre ela
- O ajuste de QT depende das condições do sistema

Operação/Manutenção

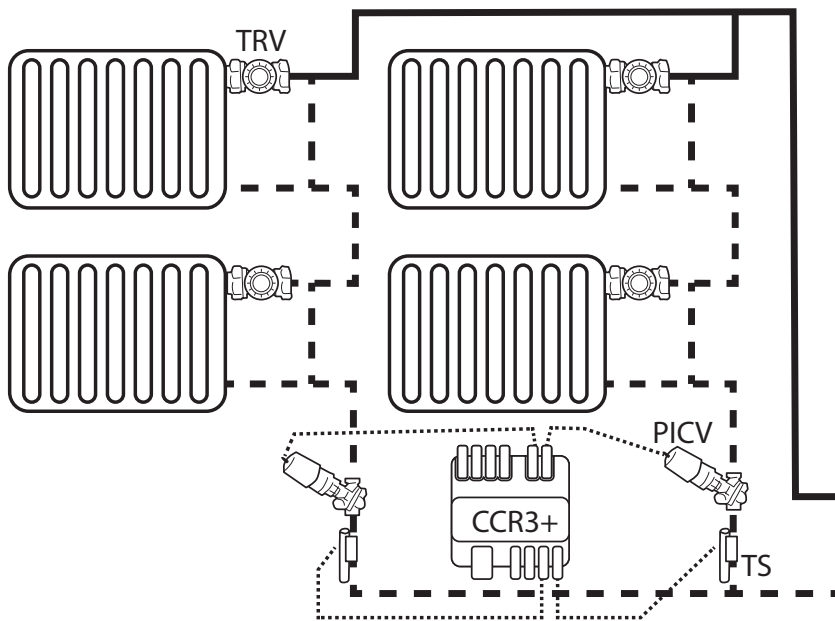
- Sistema menos sensível ao efeito gravitacional, devido à limitação de vazão
- O «α» (parte compartilhada do radiador) é sensível à pontualidade da instalação
- Vazão constante real* sem QT, vazão variável* com QT
- A tecnologia QT permite poupar energia* da bomba
- A tecnologia QT garante uma alocação mais precisa dos custos de aquecimento

Controle

- Distribuição de água precisa e fácil entre as tubulações ascendentes
- Melhor controle da temperatura ambiente
- A emissão de calor do radiador depende da variação da temperatura de fornecimento
- A captação de calor pelas tubulações dos ambientes afeta a temperatura ambiente
- O efeito QT será limitado caso a temperatura externa seja mais elevada

Aquecimento Resfriamento

Renovação do sistema de aquecimento por radiador de tubo único, com limitação eletrônica de vazão e controle da temperatura de retorno



Produtos Danfoss:



TRV: RA-G + RA



PICV: AB-QM+TWA-Q



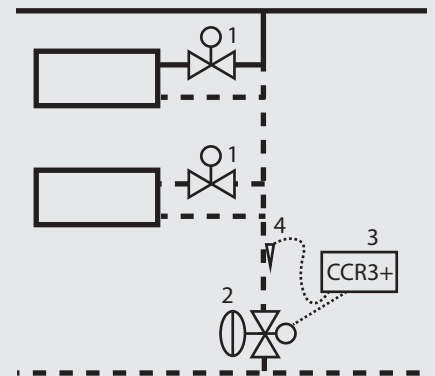
CCR3+



Recomendado



1.2.2.2



1. Válvula do radiador (TRV)
2. Válvula de controle independente da pressão (PICV)
3. Controlador eletrônico (CCR3+)
4. Sensor de temperatura (TS)

Esta aplicação é adequada para uma renovação do sistema de aquecimento do radiador com tubulação vertical. É recomendável instalar uma válvula termostática de radiador de alta capacidade e um limitador de vazão na coluna. Para obter máxima eficiência, é recomendável utilizar o CCR3+ (controlador eletrônico).

Explicação

Retorno do investimento

- Alto custo de investimento (válvula termostática do radiador + limitador de vazão com atuador térmico, sensor nas tubulações ascendentes + CCR3+)
- Requer fiação eletrônica para programar o CCR3+
- Dispensa o comissionamento*; requer apenas um ajuste da vazão
- Uma bomba de velocidade variável é recomendada

Projeto

- « α » (porcentagem do radiador) cálculo com iteração
- Requer uma TRV de grande capacidade para elevar o « α »
- O tamanho do radiador depende das mudanças de temperatura de vazão
- Deve-se levar em conta o efeito gravitacional
- Cálculo hidráulico simples em relação ao controlador da tubulação ascendente; a seleção baseia-se na vazão, mas é preciso garantir a pressão mínima disponível sobre ela
- Requer definição da característica de retorno

Operação/Manutenção

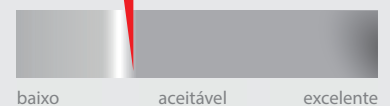
- O sistema é menos sensível ao efeito gravitacional, devido à limitação de vazão
- O « α » (proporção do radiador) é sensível à pontualidade da instalação
- Programação de CCR3+, registro de dados, acesso e manutenção remotos
- Maior eficiência graças a um ΔT melhorado e menor perda de calor nas tubulações

Controle

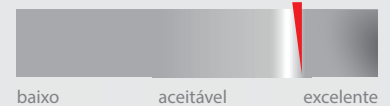
- Distribuição de água precisa e fácil entre as tubulações ascendentes
- Melhor controle da temperatura ambiente
- A emissão de calor do radiador depende da variação da temperatura de fornecimento
- A captação de calor pelas tubulações dos ambientes afeta a temperatura ambiente
- CCR3+: compensação externa da temperatura de retorno em todas as tubulações ascendentes individuais

Desempenho

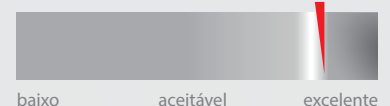
Retorno do investimento



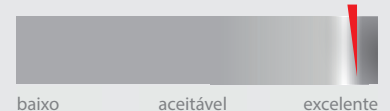
Projeto



Operação/Manutenção



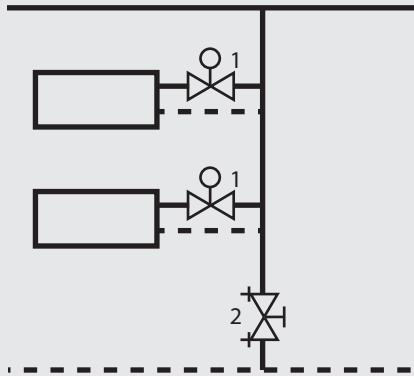
Controle





Não recomendado

1.2.2.3



1. Válvula do radiador (TRV)
2. Válvula de balanceamento manual (MBV)

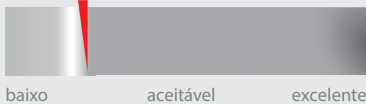
Esta aplicação é adequada para uma renovação do sistema de aquecimento do radiador com tubulação vertical. Muitos sistemas de tubo único são renovados a partir de válvulas termostáticas de radiador e válvulas de balanceamento manual. Não é recomendado devido à sua baixa eficiência.

Desempenho

Retorno do investimento



Projeto



Operação/Manutenção

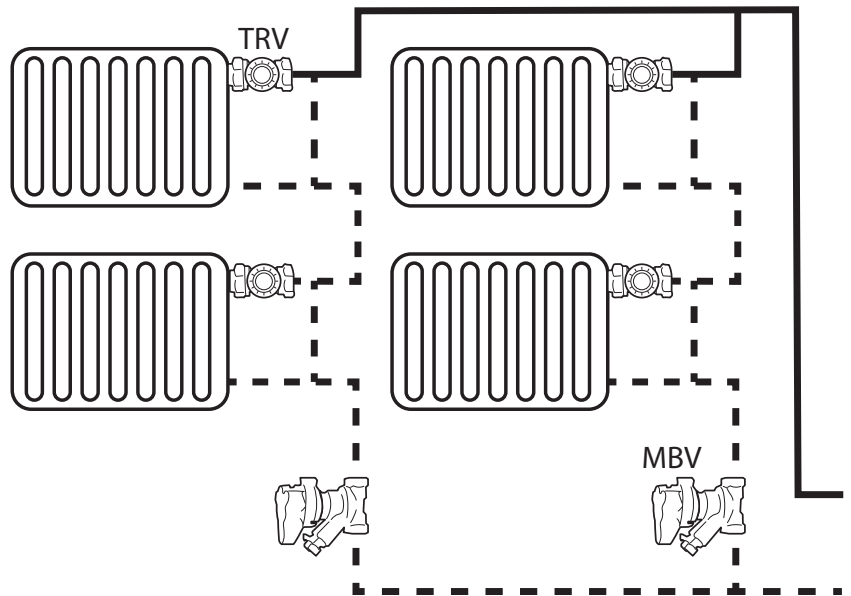


Controle



Aquecimento Resfriamento

Renovação do sistema de aquecimento do radiador de um só tubo, com balanceamento manual



Produtos Danfoss:



TRV: RA-G + RA



MBV: MSV-BD

Explicação

Retorno do investimento

- Custo médio de investimento (válvula de radiador termostática + balanceamento manual)
- Requer comissionamento*
- Podem ocorrer reclamações quando o comissionamento não é adequado
- A bomba tradicional de velocidade constante é aceitável

Projeto

- O difícil dimensionamento do cálculo hidráulico de pré-ajustes da MBV é significativo
- «α» (participação do radiador) cálculo com iteração
- Requer uma TRV de grande capacidade para elevar o «α»
- O tamanho do radiador depende das mudanças de temperatura de vazão
- Deve-se levar em conta o efeito gravitacional

Operação/Manutenção

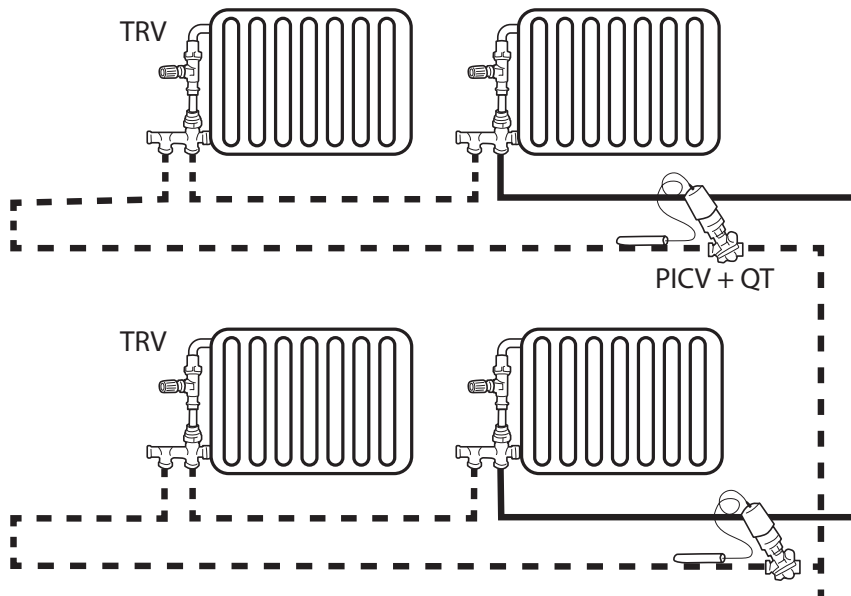
- Sensibilidade do sistema ao efeito gravitacional (excesso / insuficiência de bombeamento) durante a operação
- O «α» (porcentagem do radiador) é sensível à precisão da instalação
- Vazão real inconstante*: a vazão pode variar entre 70 e 100%, de acordo com o funcionamento da válvula do radiador
- Alto consumo de energia de bombeamento, devido à vazão "constante"
- Sistema ineficiente: sob carga parcial (quando as TRVs estão fechando), a temperatura de entrada e retorno é geralmente elevada demais nos radiadores

Controle

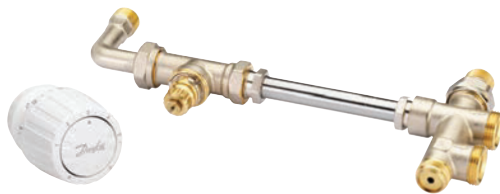
- Controle impreciso da temperatura ambiente
- A emissão de calor do radiador depende da variação da temperatura de fornecimento
- A captação de calor pelas tubulações dos ambientes afeta a temperatura ambiente
- Alocação imprecisa de custos de aquecimento

Aquecimento Resfriamento

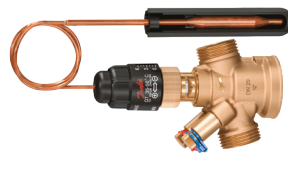
Sistemas de aquecimento horizontais de tubo único, com válvulas termostáticas de radiador, limitação de vazão e controle automático da temperatura de retorno



Produtos Danfoss:



TRV: RA-KE +RA



PICV+QT: AB-QT

Explicação

Retorno do investimento

- Custo de investimento: bom (válvula de radiador termostática + limitador de vazão + QT em tubulações ascendentes)
- Menos válvulas que no balanceamento manual e custos de instalação menores
- Fácil instalação e ajuste simples do QT (recomenda-se o ajuste com base na experiência operacional)
- Dispensa o comissionamento* (apenas ajuste de vazão e temperatura)
- Uma bomba de velocidade variável é recomendada

Projeto

- Conexão de radiador tradicional. Efeito «a» (porcentagem do radiador) na seleção do radiador
- Cálculo hidráulico simplificado; as válvulas de mistura não dependem da pressão
- Não há pré-ajuste de TRV
- Ajuste da temperatura de retorno no sensor do limitador de vazão, de acordo com as características do sistema
- Cálculo da cabeça da bomba de acordo com a vazão nominal e a demanda de dp do limitador de vazão
- Medição de calor aplicável

Operação/Manutenção

- Comprimento mínimo da tubulação
- Maior demanda de cabeça de bomba (em relação à tubulação dupla), devido a um Δp mínimo no limitador de vazão, maior perda de pressão na tubulação e Δp elevado na válvula do radiador, caso nenhum Kvs grande seja selecionado
- A saída de calor do radiador depende das condições de carga parcial, devido à variação da temperatura de entrada
- A otimização* da cabeça de bomba é recomendável (se o controle variável da bomba estiver disponível)

Controle

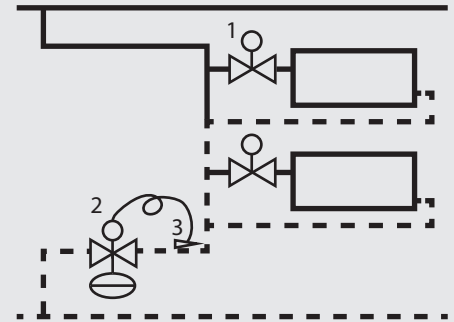
- A válvula termostática do radiador tem um valor Xp baixo
- Restrição de vazão na válvula de mistura através do QT, quando a temperatura de retorno aumenta
- A demanda de vazão na válvula de mistura varia segundo as condições de carga parcial
- Regulagem hidráulica apenas no final da válvula, balanceamento com carga total e parcial – boa
- Ocorre uma flutuação da temperatura ambiente*

*veja as páginas 54-55

Aceitável



1.2.2.4



1. Válvula do radiador (TRV)
2. Válvula de controle independente da pressão (PICV)
3. Sensor de temperatura (QT)

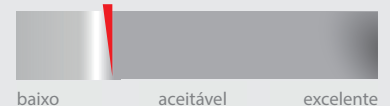
Nesta aplicação, garante-se a limitação automática da vazão para todos os circuitos de aquecimento e limita-se a temperatura de retorno com o QT (sensor termostático) para evitar um ΔT baixo nos circuitos sob carga parcial (Mais eficiente em caso de temperatura externa mais baixa).

Desempenho

Retorno do investimento



Projeto



Operação/Manutenção



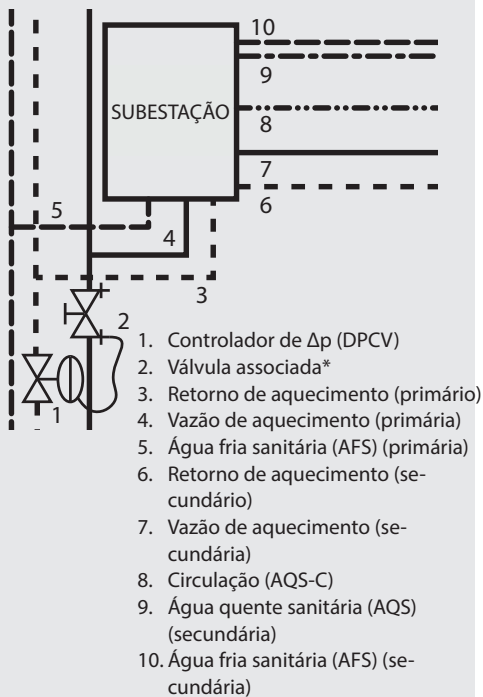
Controle





Recomendado

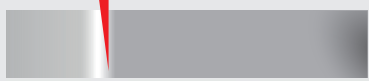
1.2.3.1



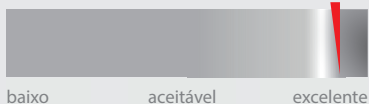
Nesta aplicação utilizamos apenas três tubulações (vazão de aquecimento/retorno e água fria) para aquecer os apartamentos e a preparação local da AQS* (nos andares). Garante-se um controle de vazão variável*, Δp para o sistema de aquecimento e limitação de vazão na coluna, levando em conta o efeito simultâneo.

Desempenho

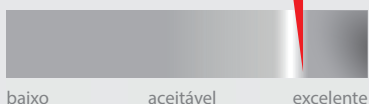
Retorno do investimento



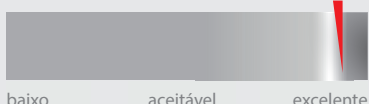
Projeto



Operação/Manutenção

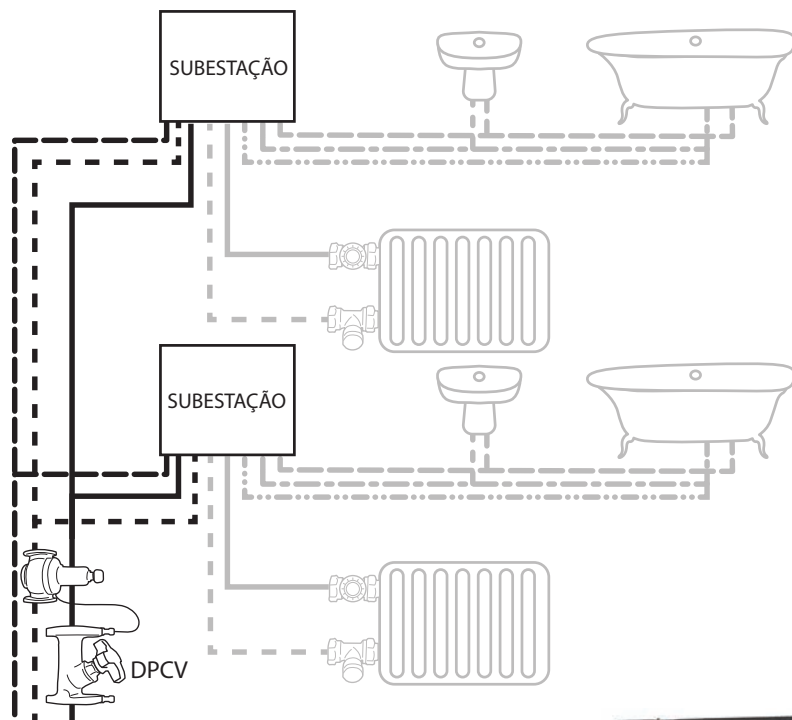


Controle



Aquecimento Resfriamento Suprimento de água

Sistema de subestação de três tubos; aquecimento controlado por Δp e preparação local de AQS*



Produtos Danfoss:



DPCV: ASV-PV + MSV-F2



Subestação: EvoFlat

Explicação

Retorno do investimento

- Os custos de investimento são significativos (subestações, MBV em frente aos apartamentos + controle de Δp em colunas), mas considerando o custo total do investimento, vale a pena levá-lo em conta
- Menos tubulações e equipamentos adicionais (sem sistema de AQS primário*), custos menores de instalação
- Requer o comissionamento* da MBV e o ajuste da DPCV, com limitação de vazão
- Recomenda-se uma bomba de velocidade variável (característica de bomba constante)

Projeto

- Requer um cálculo hidráulico especial para a tubulação: o tamanho da tubulação depende do fator simultâneo
- Deve-se pré-ajustar o cálculo para TRV
- Controlador de Δp da coluna: ajuste de Δp (subestação + tubulação) + limitação de vazão de acordo com o efeito simultâneo
- A subestação está equipada com um controlador de Δp para aquecimento
- A característica de uma bomba plana é vantajosa, mas requer um VSD* de reação rápida (devido a variações de carga muito rápidas no sistema, de acordo com a flutuação da AQS*)

Operação/Manutenção

- A TRV controlada por Δp garante um bom controle da temperatura ambiente
- As perdas de calor na tubulação primária são baixas (uma tubulação quente ao invés de duas)
- Maior demanda da cabeça da bomba: alta demanda de Δp na subestação e perda de pressão adicional no controlador de Δp + limitador de vazão requerido
- Fácil configuração do sistema, fácil medição de energia
- Não há problemas de legionella

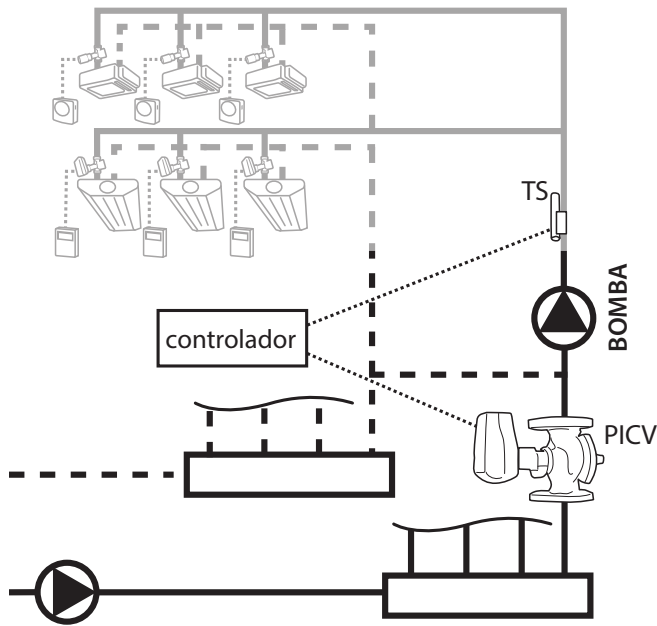
Controle

- Balanceamento muito bom sob carga total e parcial
- Solução energeticamente eficiente, com baixa perda de calor no sistema
- Grande conforto; possibilidade de controle de TRV e/ou tempo
- Preparação de AQS* independente da pressão, aquecimento controlado por Δp , limitação de vazão na coluna

*veja as páginas 54-55

Aquecimento Resfriamento

Mistura com PICV: coletor com diferença de pressão



Produtos Danfoss:

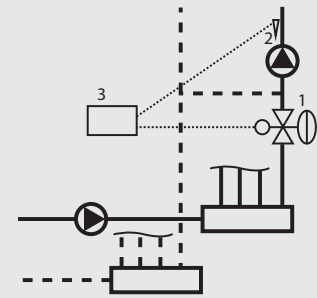


PICV: AB-QM + AME435QM

Recomendado



2.1



1. Válvula de controle independente da pressão (PICV)
2. Sensor de temperatura (TS)
3. Controlador

Independentemente das flutuações de pressão no sistema, há vazão adequada para controle de temperatura do lado secundário.

A válvula PICV garante a temperatura de fornecimento misturada/controlada pela bomba secundária. A bomba principal garante a diferença de pressão necessária até os pontos de mistura, incluindo a demanda de Δp da PICV.

A unidade terminal individual deve ser controlada de acordo com as aplicações indicadas no capítulo 1 ou 2. A imagem exibe uma possibilidade.

Explicação

Retorno do investimento

- Número mínimo de componentes (dispensa a MBV)
- Baixo custo de instalação
- Requer bombas primárias para cobrir a demanda de Δp até os pontos de mistura
- Requer uma MBV no lado secundário se não há VSD* ou estabilização de pressão
- Requer balanceamento no lado secundário
- VSD recomendável no lado primário

Projeto

- Fácil seleção da PICV com base nos requisitos de vazão
- A válvula PICV poderá ser menor se a temperatura secundária for inferior à temperatura primária
- Balanceamento hidráulico perfeito e controle em todas as cargas
- Deve-se tomar a demanda mínima de Δp disponível na válvula para selecionar a bomba principal
- Pode-se utilizar o controle proporcional da bomba principal

Operação/Manutenção

- Construção simplificada graças à redução de componentes
- Dispensa o balanceamento, pois basta ajustar a vazão na PICV
- Recomenda-se o uso de uma válvula de retenção na linha de desvio, para evitar o refluxo em caso de parada da bomba secundária
- Solução flexível; o ajuste de vazão não afeta os outros circuitos de mistura
- Baixos custos de operação e manutenção

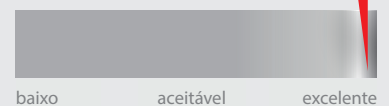
Controle

- Autoridade total* da válvula de controle, controle preciso da temperatura da água secundária
- Não há sobrevariação*
- Solução independente da pressão, sem interferência das flutuações de pressão no sistema
- A resposta do sistema linear corresponde à característica linear da PICV
- Ocorre uma flutuação da temperatura ambiente*

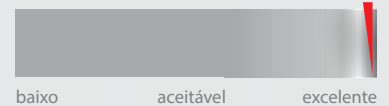
*veja as páginas 54-55

Desempenho

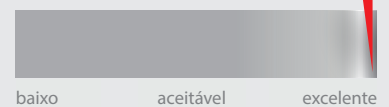
Retorno do investimento



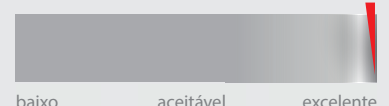
Projeto



Operação/Manutenção



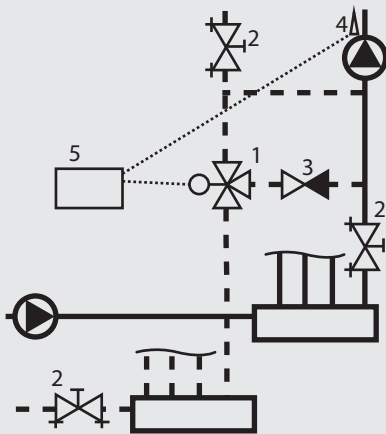
Controle





Aceitável

2.2



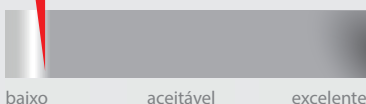
1. Válvula de controle de 3 vias (CV)
2. Válvula de balanceamento manual (MBV)
3. Válvula de retenção (N-RV)
4. Sensor de temperatura (TS)
5. Controlador

A válvula de 3 vias controla a vazão para garantir a temperatura necessária no lado secundário. A bomba de circulação e a MBV no lado secundário são necessárias para garantir a mistura e (normalmente) uma vazão constante* através do circuito (com aquecimento radiante, por exemplo). Uma válvula de 3 vias e uma MBV são usadas no circuito primário, para garantir o controle adequado da temperatura no circuito e balancear os circuitos.

Sua utilização está restrita a casos de grandes diferenças de temperatura entre o primário e o secundário.

Desempenho

Retorno do investimento



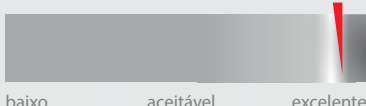
Projeto



Operação/Manutenção

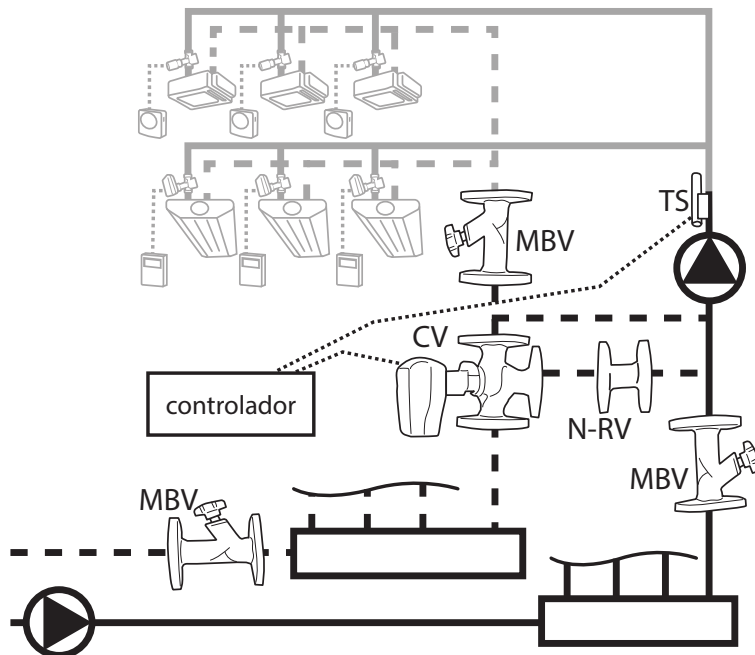


Controle



Aquecimento Resfriamento

Controle de injeção (vazão constante) com válvula de 3 vias



Produtos Danfoss:



CV: VF3 + AME435

MBV: MSV-F2

Explicação

Retorno do investimento

- Muito elevado: válvula de 3 vias + 2 MBVs para balanceamento e controle (requer válvula associada* para configuração da cabeça da bomba)
- Um maior número de válvulas implica um custo de instalação mais elevado
- As duas MBVs devem ser balanceadas
- Dispensa VSD* no lado primário, devido à vazão constante*

Projeto

- A válvula de 3 vias tem boa autoridade*, devido à pequena queda de pressão na rede primária
- A válvula de 3 vias deve ser dimensionada de acordo com a vazão no lado primário
- O cálculo dos valores de Kv e do pré-ajuste de vazão da MBV é essencial para o ajuste da vazão
- A MBV é calculada com base na condição nominal e é aplicável a todas as cargas do sistema

Operação/Manutenção

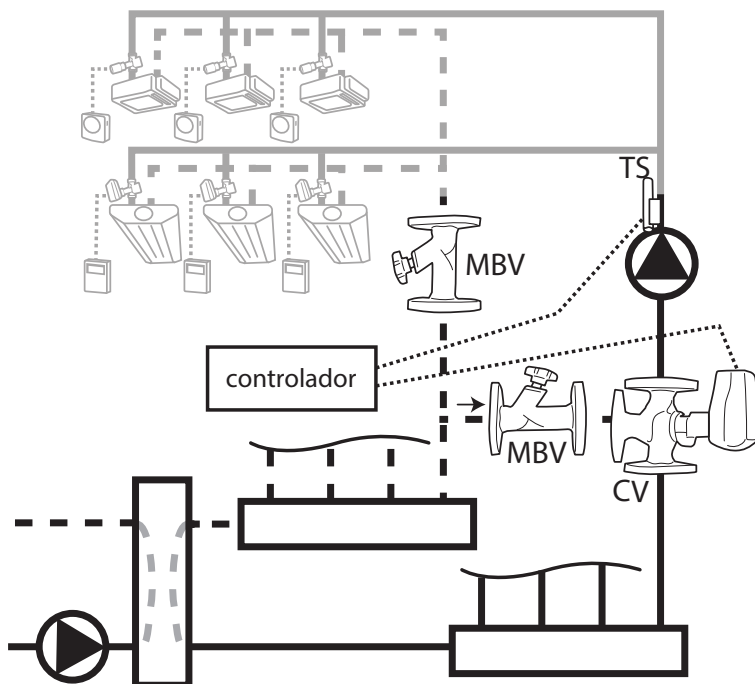
- Configuração complicada do sistema, com muitas válvulas e muito balanceamento
- Pequenas mudanças de vazão sob carga parcial, devido à autoridade ideal* da válvula de 3 vias
- Balanceamento simples da MBV secundária, mas requer balanceamento complexo no lado primário
- Recomenda-se instalar uma válvula de retenção na linha de desvio, para evitar o refluxo em caso de parada da bomba secundária
- Caso a demanda de energia secundária seja baixa, o ΔT do circuito primário irá cair
- Não permite poupar energia* na bomba devido à vazão constante*

Controle

- Bom controle devido à elevada autoridade* da válvula de controle
- Vazão constante, ou seja, não há oscilação de pressão. Portanto, não há interferência entre os circuitos
- Síndrome de baixo ΔT * no resfriamento
- Recomendável apenas se a temperatura da vazão secundária for significativamente inferior à da primária

Aquecimento Resfriamento

Mistura com válvula de 3 vias - coletor sem diferença de pressão



Produtos Danfoss:



CV: VF3 + AME435

MBV: MSV-F2

Explicação

Retorno do investimento

- Requer uma válvula de 3 vias e uma MBV; um número maior de válvulas implica um custo de instalação mais elevado
- O balanceamento da MBV é importante
- O lado secundário deve ser equipado com um acionamento de velocidade variável (vazão variável)
- Requer balanceamento do lado secundário
- O controle da bomba principal deve ocorrer via temperatura de retorno, se possível, o que implica um custo adicional para o controlador

Projeto

- Tamanho simples da válvula de 3 vias (50% da cabeça de bomba deve recair sobre a válvula de controle)
- Requer uma característica de controle linear na válvula de 3 vias e no atuador
- Os cálculos de Kv e de pré-ajuste para a MBV são essenciais para compensar diferenças em Δp entre a linha de desvio e a válvula de mistura do coletor até o desacoplador
- A bomba secundária deve cobrir a demanda de Δp de e para o desacoplador

Operação/Manutenção

- Requer uma configuração complexa do sistema, com várias válvulas e balanceamento de MBVs
- Para uma operação estável da válvula de 3 vias, deve-se levar em conta a autoridade* e a faixa de controle
- Se a bomba principal não for controlada, a água circulará para trás desnecessariamente sob carga parcial
- Baixa eficiência energética devido a um baixo ΔT e alta demanda da cabeça de bomba na bomba principal

Controle

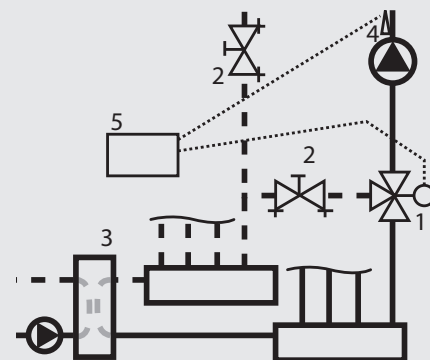
- Bom controle se a autoridade* for de 50% ou superior*
- Sobrevazão bastante reduzida* no lado secundário
- Os circuitos de mistura são independentes da pressão
- Síndrome de baixo ΔT^* : a bomba primária não é controlada corretamente
- A resposta do sistema linear é combinada com uma característica de válvula linear de 3 vias, para que a temperatura seja um controle estável

*veja as páginas 54-55

Não recomendado



2.3



1. Válvula de controle de 3 vias (CV)
2. Válvula de balanceamento manual (MBV)
3. Desacoplador
4. Sensor de temperatura (TS)
5. Controlador

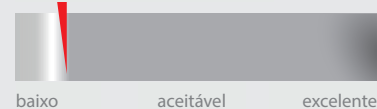
A válvula de 3 vias controla a temperatura de fornecimento no lado secundário. Esta configuração permite diferentes vazões nos circuitos primário e secundário. A bomba secundária faz circular a água através do sistema incluído nos coletores e no desacoplador. Como a bomba principal está localizada antes do desacoplador, não há diferença de pressão entre os coletores.

A unidade terminal individual deve ser controlada de acordo com as aplicações do capítulo 1 ou 2.

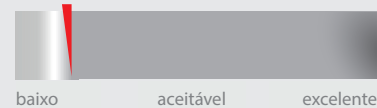
A imagem exibe uma possibilidade.

Desempenho

Retorno do investimento



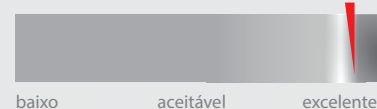
Projeto



Operação/Manutenção

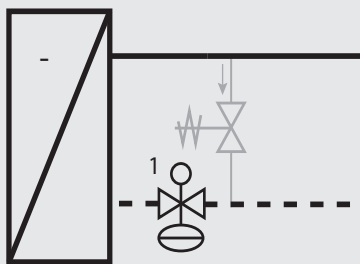


Controle



**Recomendado**

3.1.1

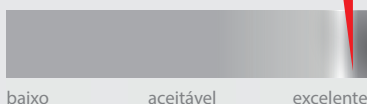


1. Válvula de controle independente da pressão (PICV)

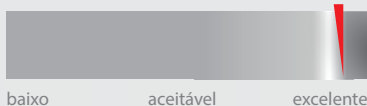
Usa-se a PICV para controlar a UTA, de modo que, independentemente das flutuações de pressão no sistema, seja possível garantir a vazão correta. Aplicável se o Δp estiver disponível para PICV. Recomenda-se utilizar um desvio na frente da PICV (cinza claro), para garantir uma temperatura de vazão adequada sob carga parcial, mesmo quando não há circulação na UTA. Permite utilizar diferentes tipos de controle de desvio (veja a página 38).

Desempenho

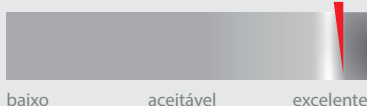
Retorno do investimento



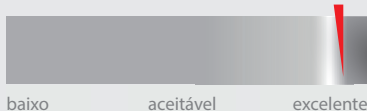
Projeto



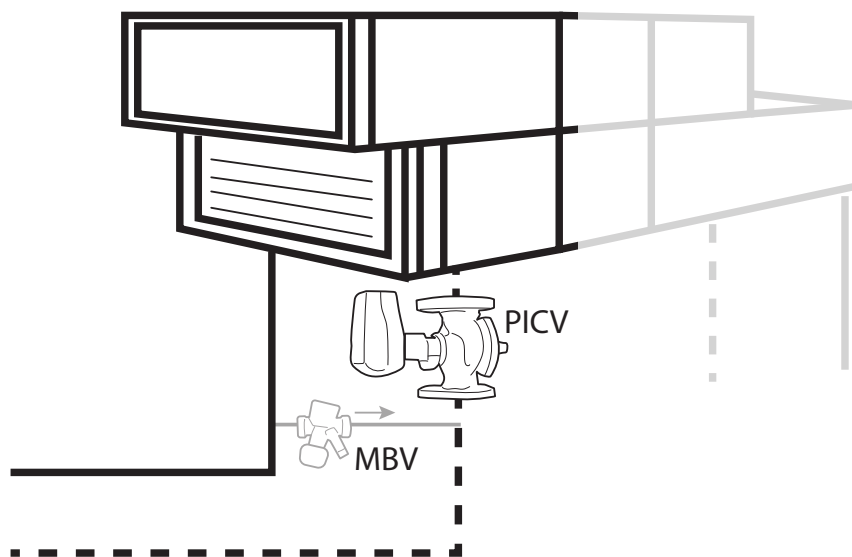
Operação/Manutenção



Controle

Aquecimento Resfriamento

Controle independente da pressão (PICV) para resfriamento

**Produtos Danfoss:**

PICV: AB-QM + AME345QM

Explicação

Retorno do investimento

- Requer um número mínimo de componentes, pois dispensa as válvulas MBV no lado primário e/ou em válvulas associadas*. Consequentemente, o custo de instalação é baixo
- Custos mínimos de reclamações, devido ao balanceamento perfeito sob todas as cargas
- Dispensa o balanceamento*
- Eficiência energética graças ao ΔT adequado no sistema

Projeto

- Seleção simples de válvulas com base nos requisitos de vazão
- Dispensa cálculos de Kv ou de autoridade*. O cálculo de pré-ajuste da vazão baseia-se na demanda de vazão
- Balanceamento perfeito em todas as condições de carga
- O controle proporcional da bomba é recomendável
- A demanda mínima de Δp disponível na válvula deve ser usada para selecionar a bomba no lado primário

Operação/Manutenção

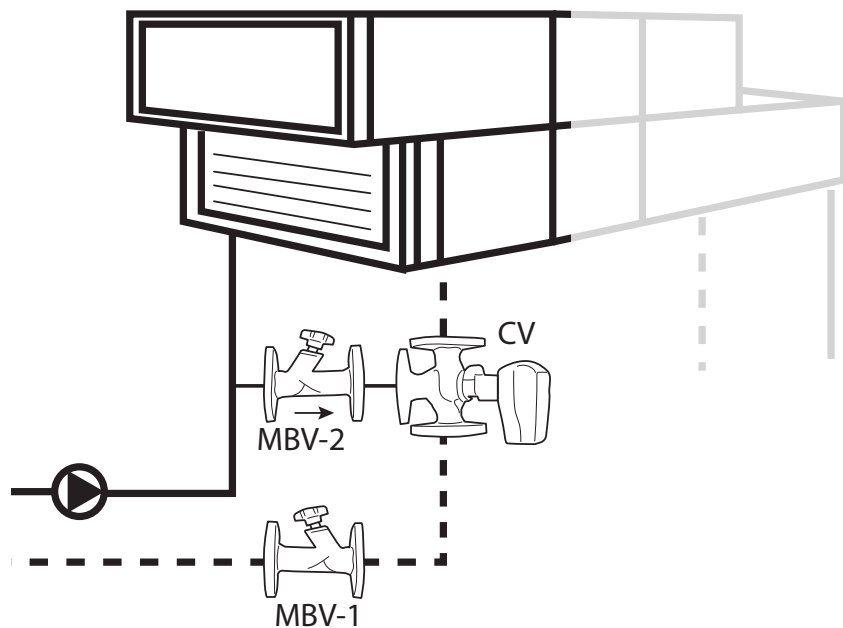
- Construção simplificada graças ao número reduzido de componentes
- Basta configurar e esquecer os procedimentos de balanceamento complicados para o lado primário
- Baixos custos de operação e manutenção

Controle

- Controle perfeito graças à autoridade total*
- Não há sobrevazão*
- Solução independente da pressão, sem interferência por flutuações de pressão em qualquer ponto do sistema
- Não há síndrome de ΔT baixo*
- Controle de temperatura estável, sem operação brusca da válvula

Aquecimento Resfriamento

Controle com válvula de 3 vias para resfriamento



Produtos Danfoss:



MBV-1: MSV-F2

CV: VF3 + AME435

Explicação

Retorno do investimento

- Requer muitos componentes: uma válvula de 3 vias e 2 MBVs, além de válvulas associadas adicionais para o comissionamento* em sistemas maiores
- Custos de operação extremamente altos, muito ineficiente do ponto de vista energético; vazão é quase constante e não há VSDs
- Ocorre um ΔT muito baixo no sistema, sob cargas parciais, fazendo com que os chillers operem com eficiência muito reduzida

Projeto

- Requer um cálculo de Kvs, bem como um cálculo de autoridade* para a válvula de 3 vias
- O pré-ajuste da MBV é crucial para a operação e o controle adequados do sistema
- Deve-se calcular a derivação MBV para compensar a queda de pressão da unidade terminal; caso contrário, irá ocorrer uma grande sobrecarga sob carga parcial, causando ineficiência energética e falta de vazão da unidade terminal
- Requer uma razão de controle elevada (mín. 1:100) para o controle adequado de vazão baixa na válvula de 3 vias

Operação/Manutenção

- Requer comissionamento do sistema
- O balanceamento hidráulico sob carga total e parcial é aceitável
- Alto consumo de energia da bomba, devido à operação de vazão constante
- Alto consumo de energia (baixo ΔT)

Controle

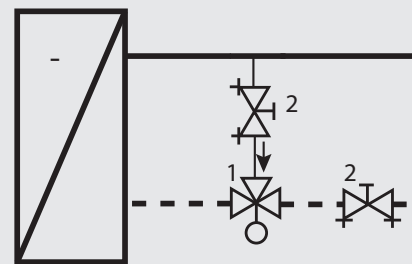
- Bom controle em caso de ~50%* de autoridade na válvula de 3 vias
- Vazão constante, sem oscilação de pressão; portanto, não há interferência entre as UTAs
- Síndrome de baixo ΔT *
- O controle da temperatura ambiente é satisfatório
- ... mas o alto consumo de energia, devido ao baixo ΔT , reduz a eficiência do chiller e o bombeamento constante consome mais energia elétrica

*veja as páginas 54-55

Não recomendado



3.1.2



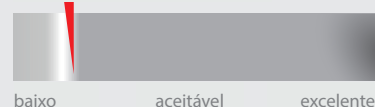
1. Válvula de controle de 3 vias (CV)
2. Válvula de balanceamento manual (MBV)

É comum o controle da temperatura ambiente com base no controle do ar suprido ao ambiente. Isto pode ser feito com uma válvula de 3 vias. É preciso ter uma MBV na derivação para compensar a diferença entre a queda de pressão da UTA e a derivação. Além disso, é preciso ter uma MBV no circuito primário, para balancear as UTAs.

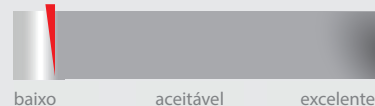
A vazão no lado primário é quase constante, todo o tempo.

Desempenho

Retorno do investimento



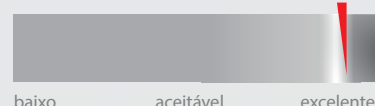
Projeto



Operação/Manutenção

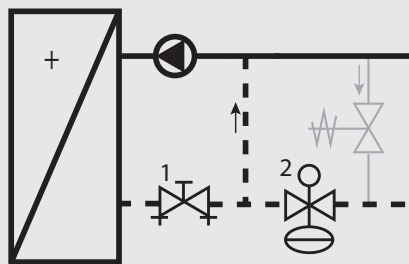


Controle



**Recomendado**

3.2.1



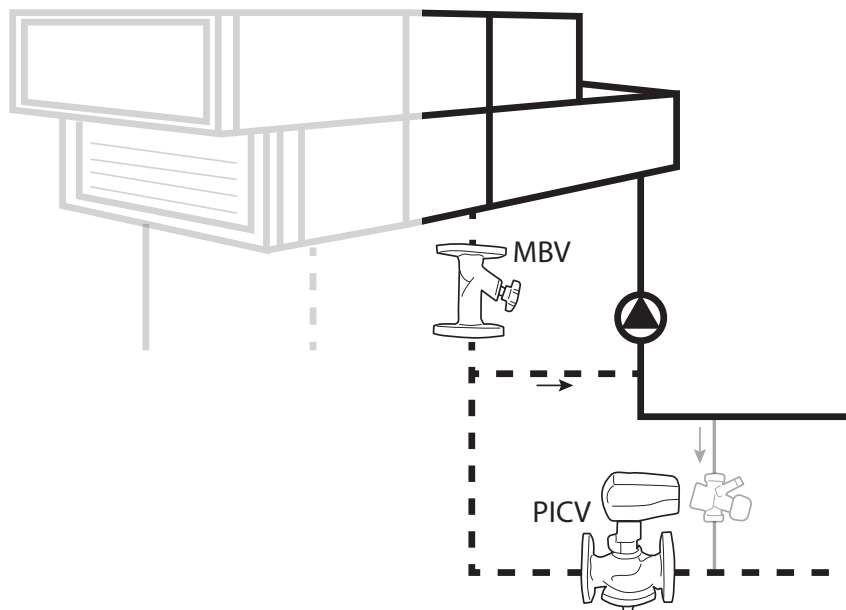
1. Válvula de controle independente da pressão (PICV)
2. Válvula de balanceamento manual (MBV)

Usa-se a PICV para controlar a UTA, de modo que, independentemente das flutuações de pressão no sistema, seja possível garantir a vazão correta.

Aplicável se o Δp estiver disponível para PICV. Requer uma bomba de circulação e uma MBV para garantir uma vazão constante* através da serpentina, evitando assim seu congelamento. Recomenda-se a utilização de uma derivação (na última UTA do circuito) na frente da PICV (cinza claro), para garantir uma temperatura de vazão adequada sob condições de carga parcial, mesmo quando não há circulação na UTA.

Pode-se adotar diferentes tipos de controle de derivação (veja a página 38).

Controle independente da pressão (PICV) para aquecimento

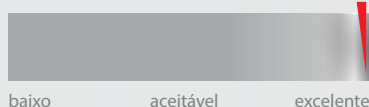
Aquecimento Resfriamento **Produtos Danfoss:**

MBV: MSV-F2

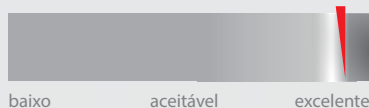
PICV: AB-QM + AME345QM

Desempenho

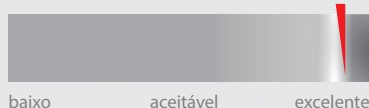
Retorno do investimento



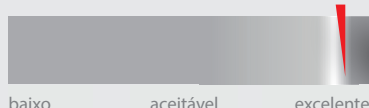
Projeto



Operação/Manutenção



Controle



Explicação

Retorno do investimento

- Número mínimo de componentes (não requer MBVs no lado primário, nem válvulas associadas*). Consequentemente, o custo de instalação é baixo
- Custos mínimos de reclamações, devido ao balanceamento perfeito sob todas as cargas
- Dispensa o comissionamento* (ajuste de MBV apenas para o ajuste da vazão nominal da bomba)
- Uso eficiente da caldeira, devido ao ΔT adequado no sistema

Projeto

- Seleção simples de válvulas com base nos requisitos de vazão
- Dispensa cálculos de Kv ou de autoridade*; o cálculo de pré-ajuste da vazão baseia-se na demanda de vazão
- O controle proporcional da bomba principal é aplicado. Bomba sem controle no lado secundário
- Deve-se tomar a demanda mínima de Δp disponível na válvula para selecionar a bomba principal
- A válvula PICV pode ser menor se a temperatura de fornecimento secundária for inferior à da primária
- O uso do atuador SMART* garante a conexão de dispositivos periféricos, além de alocação e gestão de energia, etc

Operação/Manutenção

- Construção simplificada graças à redução de componentes
- Basta ajustar e esquecer, pois dispensa procedimentos de balanceamento complicados no lado primário
- Ajuste simples da MBV no lado secundário
- Baixos custos de operação e manutenção
- A bomba secundária contribui para a proteção anticongelamento (facilmente gerenciável com o atuador SMART*)

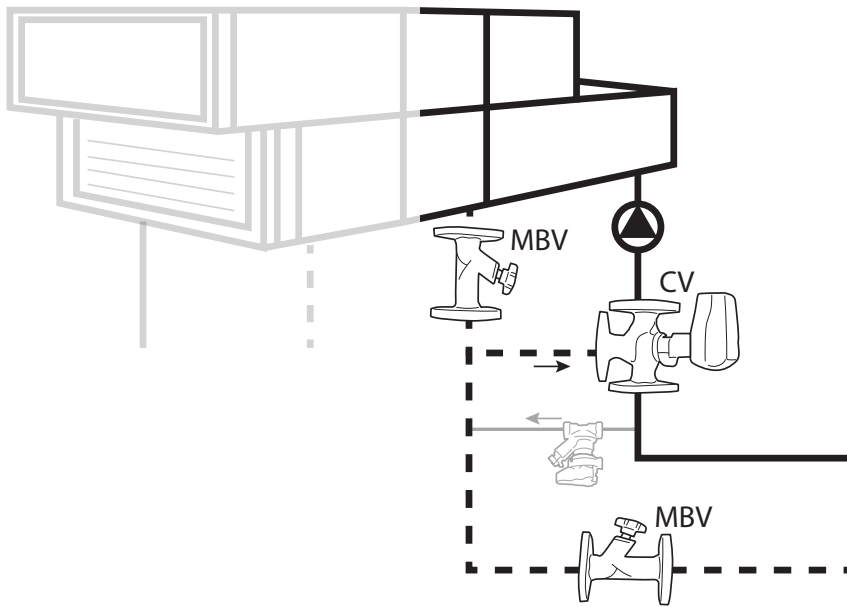
Controle

- Controle perfeito graças à autoridade total*, sem sobrevazão*
- Solução independente da pressão, sem interferência de flutuações de pressão* em qualquer ponto do sistema
- Controle estável* da temperatura do ar na UTA, sem oscilação
- As conexões de E/S para o atuador SMART* podem ser usadas para funções de controle adicionais da UTA

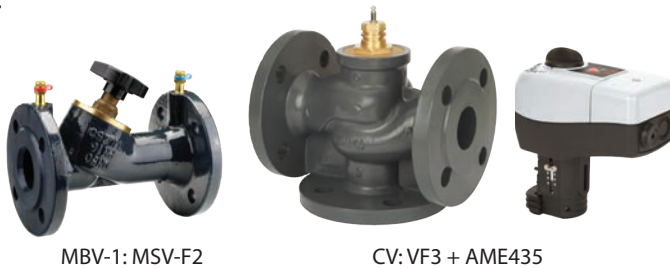
*veja as páginas 54-55

Aquecimento Resfriamento

Controle com válvula de 3 vias para aquecimento



Produtos Danfoss:



MBV-1: MSV-F2

CV: VF3 + AME435

Explicação

Retorno do investimento

- Requer uma válvula de 3 vias e 2 MBVs para balanceamento e controle, assim como válvulas secundárias em um sistema maior, para fins de balanceamento
- Um número maior de válvulas implica custos de instalação mais elevados
- As duas MBVs devem ser balanceadas
- Reclamações sobre custos previstas, devido à baixa autoridade* da válvula de 3 vias

Projeto

- O dimensionamento da válvula de 3 vias deve ser efetuado de acordo com a vazão do lado secundário, em caso de ΔT inferior
- O cálculo dos valores de K_v e de pré-ajuste da vazão das MBVs é essencial
- O pré-ajuste da MBV do lado primário só é válido sob plena carga; irá ocorrer sobre vazão sob carga parcial
- As bombas secundárias não requerem um VSD*, pois operam a plena carga sob todas as condições de carga

Operação/Manutenção

- Configuração complicada do sistema, com várias válvulas e muito balanceamento
- Pode ocorrer obstrução da válvula de 3 vias, o que irá reduzir a vida útil dessa válvula
- Ajuste simples da MBV no lado secundário
- Casos de sobre vazão reduzem a eficiência energética
- O comissionamento do lado primário é crucial

Controle

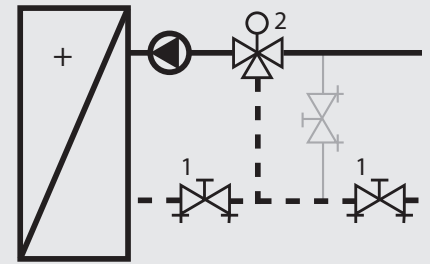
- Baixa capacidade de controle sob cargas baixas
- Pode ocorrer sobre vazão* de acordo com a autoridade* da válvula de 3 vias
- Como não é uma solução independente da pressão, a pressão disponível flutua amplamente na válvula de 3 vias do lado primário
- Controle de temperatura inaceitável sob cargas baixas

*veja as páginas 54-55

Não recomendado



3.2.2



1. Válvula de controle de 3 vias (CV)
2. Válvula de balanceamento manual (MBV)

É comum o controle da temperatura ambiente com base no controle do ar suprido ao ambiente. Isto pode ser feito com uma válvula de 3 vias.

Requer uma bomba de circulação e uma MBV para garantir uma vazão constante* através da serpentina, de modo a evitar o congelamento da serpentina. Além disso, é preciso ter uma MBV no circuito primário, para balancear as UTAs.

Recomenda-se usar uma derivação na unidade mais distante, para evitar o resfriamento da tubulação sob cargas baixas.

Diferentes tipos de controle de desvio podem ser usados; veja a aplicação 2.3.1.

Desempenho

Retorno do investimento



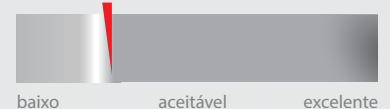
Projeto



Operação/Manutenção



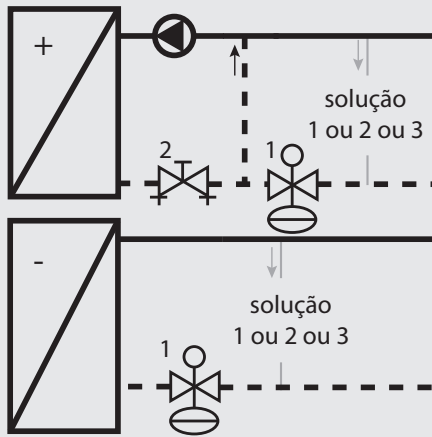
Controle





Recomendado

3.3



1. Válvula de controle independente da pressão (PICV)
2. Válvula de balanceamento manual (MBV)



MBV: MSV-BD

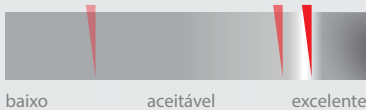
AVTA

Desempenho

Retorno do investimento



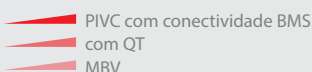
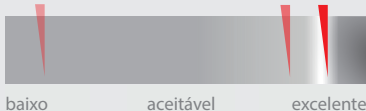
Projeto



Operação/Manutenção



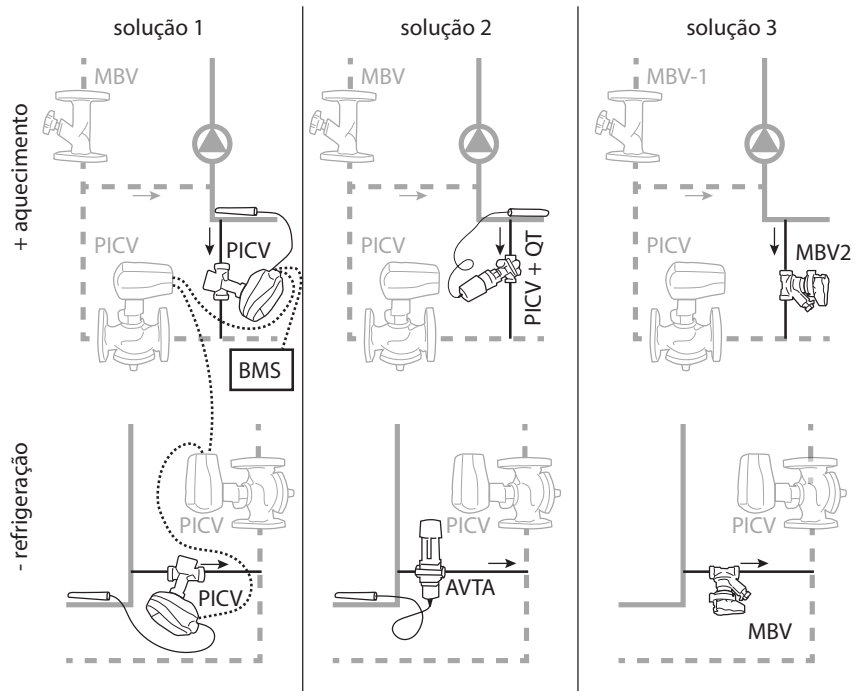
Controle



Aquecimento

Resfriamento

Mantenha a temperatura de vazão adequada à frente da UTA, sob condições de carga parcial



Em instalações de vazão variável*, a água do sistema pode ter uma vazão tão baixa, a ponto de se tornar quente (no resfriamento) ou fria (no aquecimento), fazendo com que a UTA leve algum tempo até começar a resfriar ou aquecer. Nesses casos, é recomendável instalar um desvio na unidade mais distante, para manter a temperatura do sistema.

Diferentes tipos* de controle de desvio podem ser usados. As opções são:

- 1) Uma PICV conectada ao sistema BMS - atuador SMART opcional* para reduzir a demanda de hardware
- 2) Controles automáticos, seja um sensor PICV e QT (aquecimento) ou um AVTA (resfriamento)
- 3) Uma MBV com ajuste de vazão constante*.

Explicação

Retorno do investimento

- Requer apenas válvulas de pequeno porte
- Ao reduzir a complexidade (da solução 1-3), reduz-se os custos e também a eficiência energética
- Requer balanceamento* na opção 3; para as opções 1 e 2, apenas um ajuste de vazão ou temperatura é necessário
- A solução 1 requer fiação adicional e programação adicional no BMS

Projeto

- O cálculo da demanda de vazão baseia-se na perda/ganho de calor na rede de tubulação relacionada
- Nas opções 1 e 2, uma válvula simples é selecionada com base na vazão. Para a opção 3, requer um cálculo completo de Kv e um cálculo do pré-ajuste
- Para as opções 1 e 2, requer apenas os ajustes de vazão/temperatura. A opção 3 requer balanceamento
- As opções 1 e 2 permitem apenas a vazão mínima necessária para manter a temperatura.

A opção 3 sempre terá vazão, independentemente da carga do sistema

- A pressão disponível é definida pela demanda da PICV da UTA

Operação/Manutenção

- A temperatura de vazão pode ser controlada independentemente da carga do sistema
- Espera-se alguma imprecisão de temperatura devido à banda Xp do controlador automático
- Há um desvio sempre aberto e a vazão irá variar (apesar do balanceamento) de acordo com as flutuações de Δp causadas por cargas parciais
- As opções 1 e 2 são mais eficientes em termos de energia que a opção 3, devido a uma vazão mínima

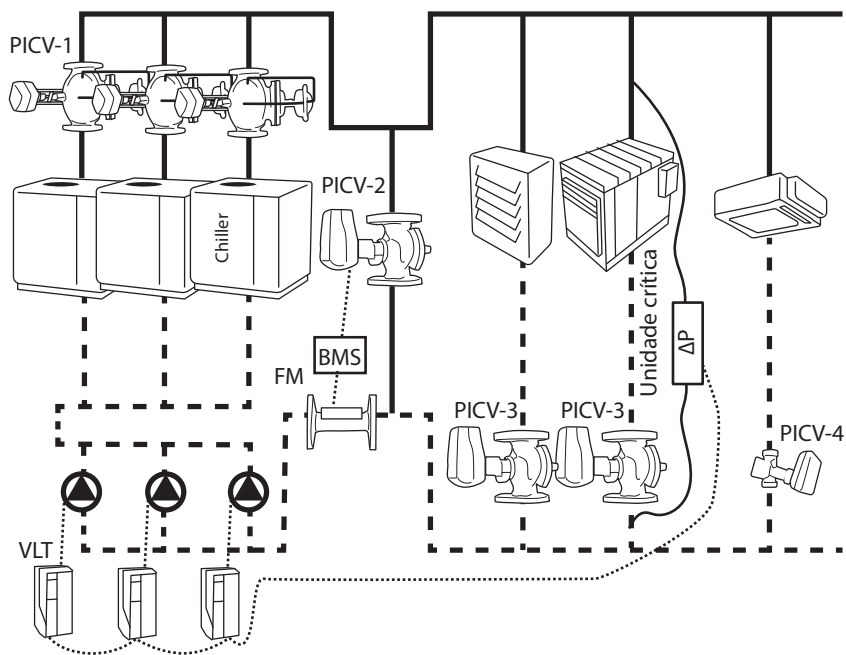
Controle

- As opções 1 e 2 têm um balanceamento hidráulico e um controle perfeitos, devido à independência quanto à pressão
- A opção 3 exibe uma vazão desnecessariamente alta através do desvio, durante a maioria das cargas do sistema
- Síndrome do baixo ΔT é limitada* nas opções 1-2; o ΔT na opção 3 é significativamente menor
- A conectividade BMS garante um controle da temperatura de vazão estável, enquanto o atuador inteligente permite funções adicionais, tal como um sinal Δp para otimizar a bomba*
- Menor consumo de energia

veja as páginas 54-55

Aquecimento Resfriamento

Vazão primária variável



Em um sistema de vazão variável*, é considerado o sistema mais eficiente para o desempenho térmico de um edifício. Os chillers podem ter vários compressores de velocidade variável.

Este sistema inclui um circuito primário (e secundário) variável, onde não há bombas secundárias. Usa-se o By Pass para controlar a vazão mínima para os chillers que operam sob carga parcial.

Pode-se conectar os chillers de acordo com a eficiência otimizada dos chillers sob uma determinada carga. Vazão adequada através dos chillers controlados por PICVs dedicadas, no circuito de chillers.

Explicação

Retorno do investimento

- Requer chillers de velocidade variável, que são mais caros
- Melhor retorno do investimento se usado também em combinação com PICVs no lado secundário
- Requer By Pass com PICV e fluxômetro para o controle de desvio
- PICV para ajuste de vazão, bloqueio e controle em linha com chillers
- Uma MBV + válvula de isolamento é uma solução alternativa, caso os chillers sejam do mesmo tamanho

Projeto

- Seleção de PICV e ajuste de vazão com base na demanda máxima de vazão dos chillers
- A válvula de By Pass é dimensionada de acordo com o requisito de vazão mínima do chiller
- Recomenda-se instalar uma PICV em cada unidade terminal do lado secundário, para maximizar a eficiência
- Um VSD* com sensor de Δp no ponto crítico é obrigatório
- Pode-se ter bombas adicionais para proporcionar confiabilidade de operação

Manutenção

- Construção simples e transparente
- Comissionamento simples, baseado apenas no ajuste de vazão. A otimização* da pressão da bomba é recomendável
- O bloqueio (com PICV) é importante para chillers que não estejam em operação

Controle

- Recomenda-se o controle da bomba principal com base no sinal de Δp da unidade crítica, para minimizar o consumo de energia
- O controle de By Pass garante a vazão mínima necessária para a operação do chiller, com base no sinal do fluxômetro
- Pequena probabilidade de síndrome de baixo ΔT^* . Os chillers de velocidade variável podem lidar com baixos níveis de vazão e, portanto, o desvio irá abrir raramente
- Máxima eficiência em comparação com outros sistemas de água resfriada
- Requer uma lógica avançada de controle do chiller, para maximizar a eficiência

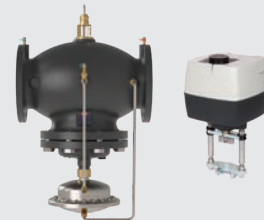
*veja as páginas 54-55

Recomendado



4.1

Produtos Danfoss:



PICV-1: AB-QM 4.0 + AME 655



PICV-2,3: AB-QM + AME345QM



PICV-4: AB-QM 4.0 + AME 110

PICV - Válvula de controle independente da pressão



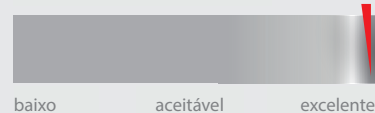
VLT®HVAC Drive FC102



Fluxômetro FM: SonoMeterS

Desempenho

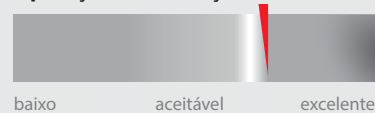
Retorno do investimento



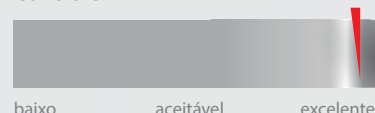
Projeto



Operação/Manutenção



Controle





Recomendado

4.2

Produtos Danfoss:



PICV-1,2: AB-QM + AME345QM



PICV-3: AB-QM 4.0 + AME 110



MBV: MSV-F2

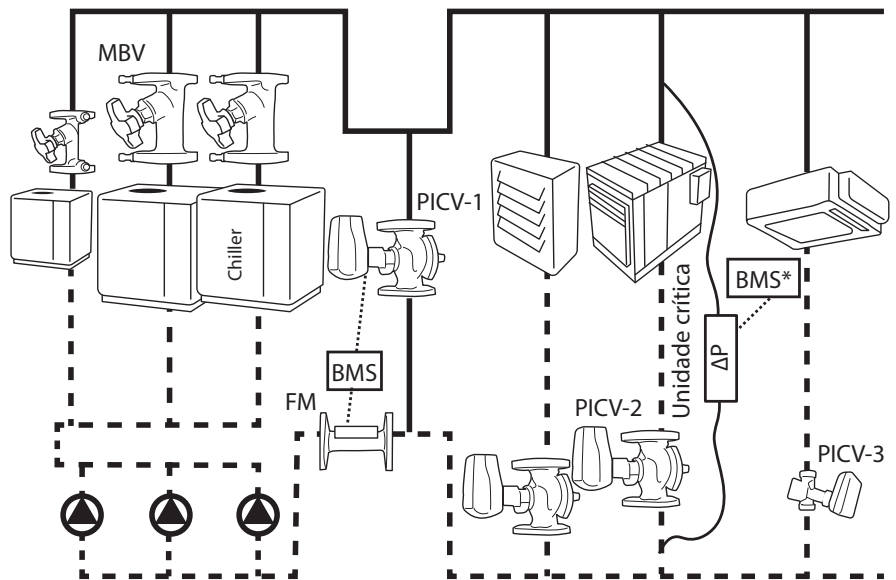


Fluxômetro FM: SonoMeterS

PICV - Válvula de controle independente da pressão

Aquecimento Resfriamento

Primário constante - Secundário variável (primário por etapas)



*BMS: apenas para monitoração, sem controle de bomba (opcional)

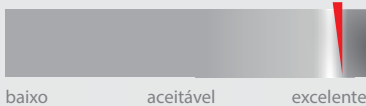
Este sistema inclui um circuito primário constante e um circuito secundário variável, sem qualquer bomba secundária. Utiliza-se o By Pass para controlar a vazão mínima dos chillers. Para se obter um desempenho ideal, um chiller oscilante é recomendável. Pode-se conectar os chillers por etapas, de acordo com a variação de carga e a vazão constante*; e pode-se mantê-la através do chiller, através da capacidade específica da bomba. A medição do fluxômetro e o controle de By Pass permitem garantir a vazão adequada através dos chillers. (Descrição do 1.1.1.1-1.1.1.3)

Desempenho

Retorno do investimento



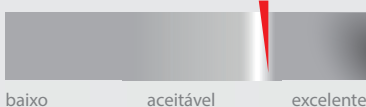
Projeto



Operação/Manutenção



Controle



Explicação

Retorno do investimento

- Custo de investimento médio: não requer bombas secundárias, mas o By Pass e a válvula de controle são de grande porte
- Requer um fluxômetro para o controle de desvio
- Requer válvulas de bloqueio motorizadas e uma MBV para a conexão por etapas do chiller (a PICV é uma solução alternativa para limitação e isolamento da vazão)
- Requer bombas específicas para cada chiller individual

Projeto

- Requer um cálculo de Kvs de isolamento e da válvula de balanceamento manual; o pré-ajuste das MBVs é importante
- O By Pass e a válvula devem ser dimensionados de acordo com a vazão do maior chiller
- O tamanho do fluxômetro baseia-se na vazão nominal do sistema
- A pressão da bomba deve atender a demanda de Δp de todo o sistema
- É preciso ajustar a pressão da bomba com diferentes tamanhos de chillers
- As bombas podem ser adicionadas com base na segurança operacional

Operação/Manutenção

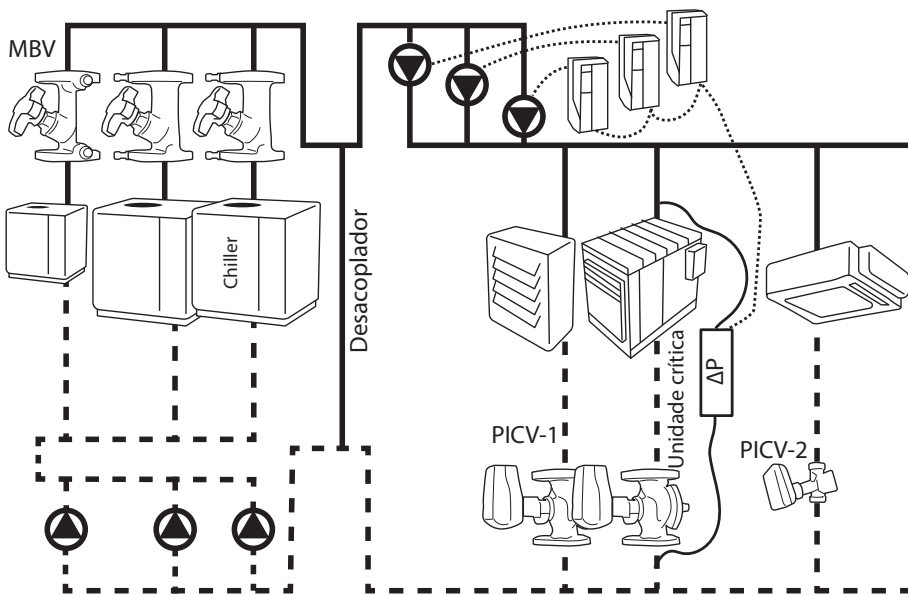
- É preciso instalar o By Pass entre o fornecimento e o retorno
- A vazão constante* no chiller é essencial para uma operação adequada
- Requer um balanceamento do sistema
- O isolamento dos chillers inativos é importante
- As bombas operam em velocidade constante mas, graças a uma melhor conexão por etapas do chiller, a eficiência energética é superior, em comparação à da aplicação 43

Controle

- A operação do chiller e da bomba deve ser harmonizada
- O controle de By Pass garante a demanda de vazão exata para chillers ativos, com base no sinal do fluxômetro
- Requer uma lógica avançada de controle do chiller, para maximizar a eficiência
- A síndrome de baixo ΔT^* é possível sob carga parcial, devido ao By Pass

Aquecimento Resfriamento

Primário constante - Secundário variável (Secundário Primário)



Este sistema é uma variação de um sistema primário constante (vazão constante*). Acionamentos de velocidade variável são usados para controlar bombas do lado secundário. Ao desacoplar os circuitos primário e secundário, pode-se conectar os chillers de acordo com a variação de carga, mantendo uma vazão constante* nos chillers. (Descrição do lado secundário: veja as aplicações: 1.1.1.1-1.1.1.3)

Aceitável



4.3

Produtos Danfoss:

Válvula de controle PICV independente da pressão



PICV-1: AB-QM + AME345QM



PICV-2: AB-QM 4.0 + AME 110



VLT®HVAC
Variador
FC102

Válvula de balanceamento
manual
MBV: MSV-F2

Explicação

Retorno do investimento

- Alto custo de investimento: requer bombas primárias e secundárias
- Requer válvulas de bloqueio motorizadas e MBVs para a conexão por etapas do chiller (a PICV é uma solução alternativa para limitação e isolamento da vazão)
- Requer balanceamento
- Bombas de velocidade constante no lado primário e bombas controladas por velocidade no lado secundário

Projeto

- O cálculo de Kvs das válvulas de balanceamento e bloqueio manuais e o pré-ajuste das MBVs são importantes (recomenda-se uma baixa queda de pressão na válvula de isolamento)
- A queda de pressão no desacoplador não deve exceder 10-30 kPa, para minimizar a interdependência hidráulica
- As capacidades das bombas devem corresponder à demanda de vazão de cada chiller
- A pressão da bomba secundária é geralmente maior que a do lado primário

Operação/Manutenção

- Requer espaço adicional para bombas no lado secundário
- O comissionamento do sistema é complexo
- O bloqueio é importante para chillers inativos

Controle

- Um desacoplador hidráulico evita a interação entre os circuitos primário e secundário.
- Bombas secundárias devem ser controladas com base em um sinal de Δp do circuito crítico, a fim de otimizar a eficiência energética
- Lógica simples de controle dos chillers
- Síndrome de baixo ΔT^* sob cargas parciais, devido ao desacoplador
- As bombas primárias operam a uma velocidade constante, não permitindo poupar energia*

Desempenho

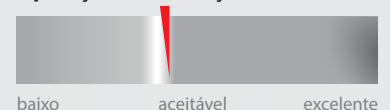
Retorno do investimento



Projeto



Operação/Manutenção



Controle



*veja as páginas 54-55



Não recomendado

4.4

Produtos Danfoss:

Válvula de balanceamento manual



MBV-1: MSV-BD



MBV-2: MSV-F2

Válvula de controle de 3 vias



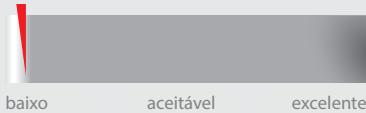
CV-1: VRB + AME435



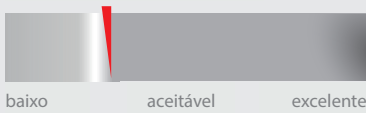
CV-2: VF3 + AME435

Desempenho

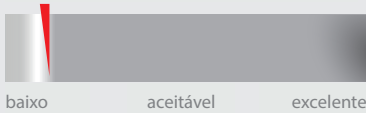
Retorno do investimento



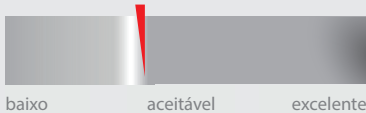
Projeto



Operação/Manutenção

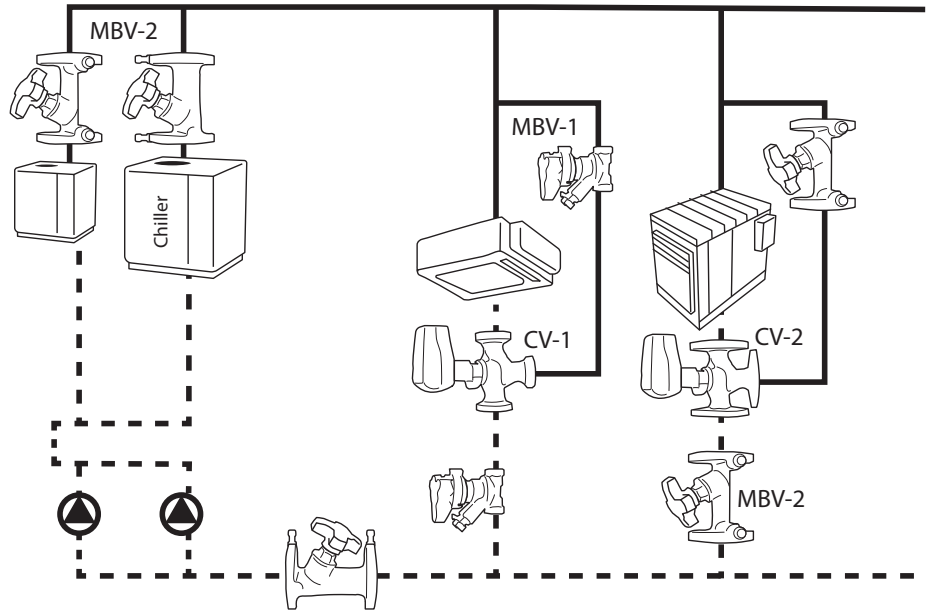


Controle



Aquecimento Resfriamento

Primário e secundário constantes (sistema de vazão constante)



Esta é uma das aplicações com chillers mais antigas, sem acionamento de velocidade variável para bombas e chillers. Como os chillers só podem lidar com vazões fixas, há válvulas de controle de 3 vias no lado secundário do sistema, para manter uma vazão constante*. Elas controlam a vazão através das unidades terminais, a fim de manter uma temperatura ambiente constante. (Descrição do lado secundário: veja as aplicações: 1.1.2.1, 2.2 e 3.2.1)

Explicação

Retorno do investimento

- Utiliza-se aqui chillers de vazão constante*
- Requer MBVs* para uma distribuição adequada de água entre chillers. Como alternativa, pode-se usar um sistema compensado, mas somente se os chillers forem do mesmo tamanho
- Como a vazão é constante na estação de bombeamento do coletor, não há opção de poupar energia aplicando VSD*

Projeto

- Requer cálculo de Kv e de pré-ajuste para as MBVs do chiller
- Não permite a conexão por etapas do chiller
- A seleção e operação da bomba devem ser compatíveis com a capacidade do chiller
- A vazão real do sistema é normalmente 40-50% maior que a demanda de vazão nominal, sob condições de carga parcial
- Cálculo da pressão da bomba com base na queda de pressão total do sistema

Operação/Manutenção

- A vazão através dos chillers deve ser constante o tempo todo. Caso contrário, o alarme de vazão baixa do chiller seria acionado e o chiller deixaria de operar
- O balanceamento das MBVs é crucial para ajustar a vazão com base na operação da bomba
- É um sistema rígido. Não é possível remover ou adicionar unidades terminais durante a operação
- Alta demanda da pressão da bomba e alto consumo de energia

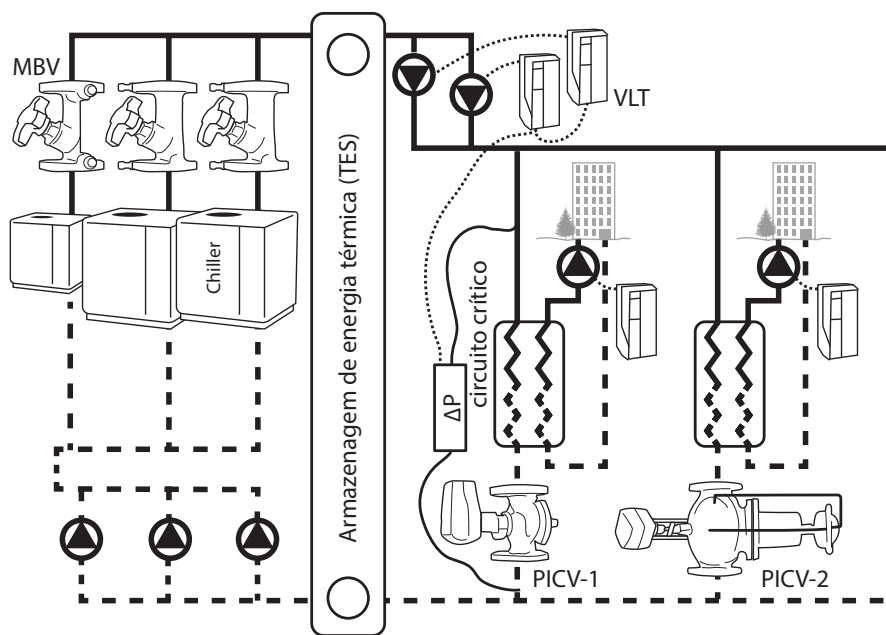
Controle

- Para a operação do chiller, é preciso garantir uma vazão constante*
- A operação do chiller e da bomba deve ser harmonizada
- Como não há By Pass no sistema, é preciso manter a vazão nominal através dele o tempo todo
- Alto risco de síndrome de baixo ΔT^*
- O baixo ΔT do sistema e a operação constante da bomba resultam em baixa eficiência do chiller

*veja as páginas 54-55

Aquecimento Resfriamento

Sistema de resfriamento distrital



Um sistema de resfriamento distrital é uma rede de resfriamento em grande escala, adequada para suprir vários edifícios. Ele inclui uma armazenagem de energia térmica (TES), capaz de armazenar essa energia como uma bateria recarregável. Esta aplicação deve ser utilizada com uma capacidade de resfriamento superior a 35 MW. Tem o objetivo de elevar a eficiência da usina de energia elétrica ao aplainar os picos de carga. A função adicional da TES é a separação hidráulica entre os lados primário e secundário (aplicações do lado secundário similares às aplicações: 1.1.1.1-1.1.1.3)

Explicação

Retorno do investimento

- Solução econômica e ecológica para proporcionar resfriamento a bairros inteiros, com muitos edifícios
- O custo da TES deve ser incluído
- Em geral, requer chillers de porte muito grande. Min3,5 MW por chiller
- Requer uma lógica avançada de controle do chiller para maximizar a eficiência da instalação
- Bomba de velocidade constante para o lado primário e VSD* no circuito secundário

Projeto

- Cálculo de Kvs de bloqueio e as MBVs: o pré-ajuste das MBVs é importante (recomenda-se uma baixa queda de pressão na válvula de bloqueio)
- O TES também atua como um desacoplador hidráulico, pois armazena o excesso de vazão do circuito primário constante
- A instalação da PICV em cada estação de transferência de energia é altamente recomendável, a fim de maximizar a eficiência
- Recomenda-se inserir um sensor de Δp em pontos críticos, para garantir o controle adequado da bomba
- A operação do chiller e da bomba deve ser harmonizada

Operação/Manutenção

- Construção simples e transparente
- A vazão constante* através dos chillers é essencial para sua operação adequada
- Requer comissionamento* para se analisar o padrão de carga ao longo do tempo
- O bloqueio é importante para chillers inativos

Controle

- As bombas secundárias e terciárias podem ser conectadas a unidades críticas, com controle de bomba proporcional, a fim de poupar energia
- O controle da alimentação e esvaziamento do TES é importante, para garantir uma energia de resfriamento adequada sob condições de carga máxima e para se obter maior eficiência
- Não há síndrome de baixo ΔT^* desde que o TES não esteja sobrecarregando
- As bombas primárias operam em velocidade constante, mas devido à ativação por etapas da energia do chiller, a eficiência será boa

Recomendado



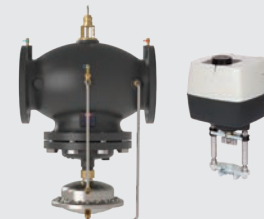
4.5

Produtos Danfoss:

Válvula de controle independente da pressão



PICV-1: AB-QM + AME345QM



PICV-2: AB-QM 4.0 + AME 655

Válvula de balanceamento manual



MBV: MSV-F2

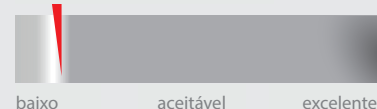


Variador

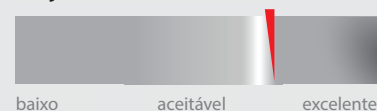
Variador VLT® HVAC Drive FC102

Desempenho

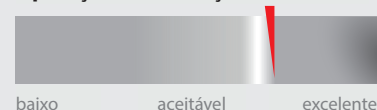
Retorno do investimento



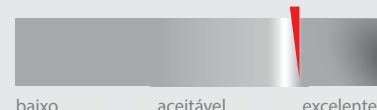
Projeto



Operação/Manutenção



Controle



*veja as páginas 54-55



Recomendado

5.1

1. Válvula de controle independente da pressão (PICV)
2. Sistema de gestão predial (BMS)
3. Sensor de temperatura
4. Bomba VSD*

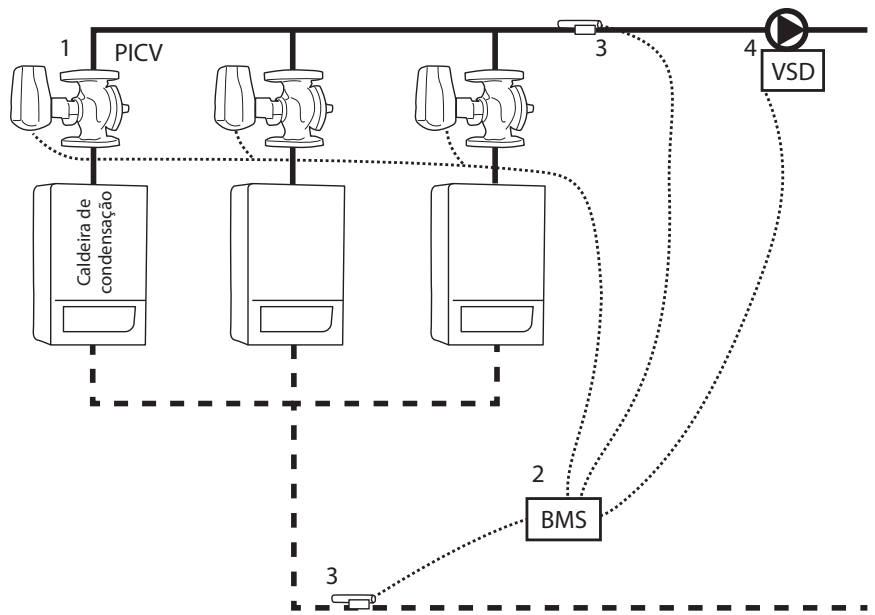
Produtos Danfoss:



PICV: AB-QM + AME345QM o Novocon M

Aquecimento Resfriamento

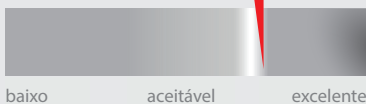
Aquecedor de condensação com vazão variável no primário



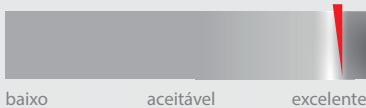
Esta aplicação utiliza um número variado de aquecedor de condensação. Todos os circuitos de aquecedor estão equipados com válvulas PICV, que estão conectadas ao sistema BMS. Elas garantem balanceamento, conexão e controle adequados sob condições de carga total e parcial. Acionamentos de velocidade variável são usados para minimizar o custo de bombeamento*. O controle de PICV ou Δp no lado secundário também é altamente recomendado, para minimizar o consumo de energia.

Desempenho

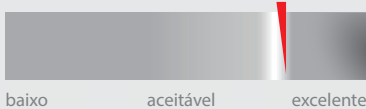
Retorno do investimento



Projeto



Operação/Manutenção



Controle



Explicação

Retorno do investimento

- Baixo: um conjunto de bombas e PICVs específicas, com atuadores modulantes, para controlar e isolar os aquecedores
- As válvulas devem ser conectadas ao BMS, que controla a vazão através de cada aquecedor para otimizar a eficiência energética
- Requer um acionamento de velocidade variável na bomba

Projeto

- Seleção simples de PICV, com base na demanda de vazão de caldeiras individuais
- A pressão da bomba também deve cobrir a queda de pressão de todo o sistema
- Recomenda-se a otimização da pressão da bomba* mediante sensores de Δp na unidade crítica

Operação/Manutenção

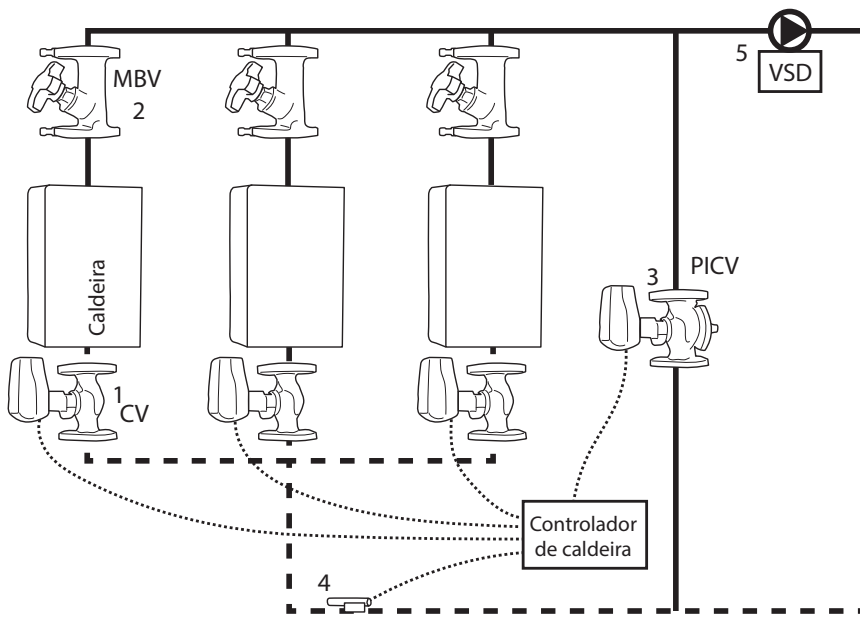
- É possível otimizar a temperatura de retorno com controle proporcional de PICV ou Δp no lado secundário
- O aumento do ΔT garante uma ótima eficiência do aquecedor de condensação
- Vazão minimizada através do sistema, a fim de reduzir os custos de bombeamento*
- O sistema de controle deve estar alinhado com a lógica interna do aquecedor

Controle

- Controle de vazão perfeito em cada aquecedor, para permitir uma eficiência otimizada dos aquecedores
- Bom controle de temperatura de retorno, devido à ausência de uma derivação no sistema
- Máxima eficiência dos aquecedores no projeto e sob carga parcial
- Vazão variável esperada* no lado secundário com controle de PICV ou Δp , exigindo assim um VSD*

Aquecimento Resfriamento

Aquecedores tradicionais com vazão variável no primário



Esta aplicação é usada em aquecedores tradicionais (sem condensação). Para evitar baixas temperaturas de entrada nos aquecedores é preciso ter um By Pass controlado (com uma PICV). Nesta aplicação, usa-se apenas um conjunto de bombas para fazer circular a vazão através dos sistemas primário e secundário.

Explicação

Retorno do investimento

- Médio: Requer um conjunto de bombas, MBV e válvulas de bloqueio
- Requer um By Pass adicional, com uma PICV, para garantir a temperatura mínima de entrada do aquecedor
- Sensor de temperatura para controle do By Pass
- Requer o comissionamento da válvula de balanceamento manual. Como alternativa, pode-se usar um sistema compensado, mas somente se as caldeiras forem do mesmo tamanho
- Requer um acionamento de velocidade variável para permitir que a bomba poupe energia

Projeto

- O cálculo de pré-ajuste das MBVs é necessário para garantir a vazão nominal em todos os aquecedores
- válvula de By Pass é dimensionada de acordo com a demanda de vazão do maior aquecedor
- A pressão da bomba precisa compensar também a queda de pressão do sistema secundário
- É preciso isolar aquecedores inativos
- Recomenda-se uma válvula de alívio de pressão no final do sistema, a fim de garantir a vazão mínima para a bomba

Operação/Manutenção

- Os aquecedores operam com vazão variável*, em função da carga do sistema. Portanto, é difícil manter o controle estável do aquecedor
- O controlador da instalação deve controlar a válvula de By Pass, em função da temperatura de retorno
- Custos de bombeamento moderados*

Controle

- Lógica de controle simples, com base na temperatura de retorno esperada
- Comissionamento de acordo com a temperatura de vazão e com a demanda de energia do sistema
- Não é possível otimizar a temperatura de retorno, o que tem efeitos negativos, principalmente em aquecedores de condensação, e reduz a eficiência do sistema
- Com vazão variável* no lado secundário, com controle de PICV ou Δp ; requer um VSD*

*veja as páginas 54-55

Aceitável



5.2

1. Válvula de isolamento (CV)
2. Válvula de balanceamento manual (MBV)
3. Válvula de desvio (PICV)
4. Sensor de temperatura
5. Bomba VSD*

Produtos Danfoss:



CV: VF2 + AME345



MBV: MSV-F2



PICV: AB-QM + AME345QM

Desempenho

Retorno do investimento



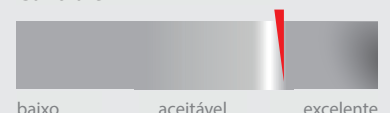
Projeto



Operação/Manutenção



Controle





Não recomendado

5.3

1. Válvula de isolamento (CV)
2. Válvula de balanceamento manual (MBV)
3. Bomba
4. $\Delta P=0$ Coletor
5. Desacoplador

Produtos Danfoss:



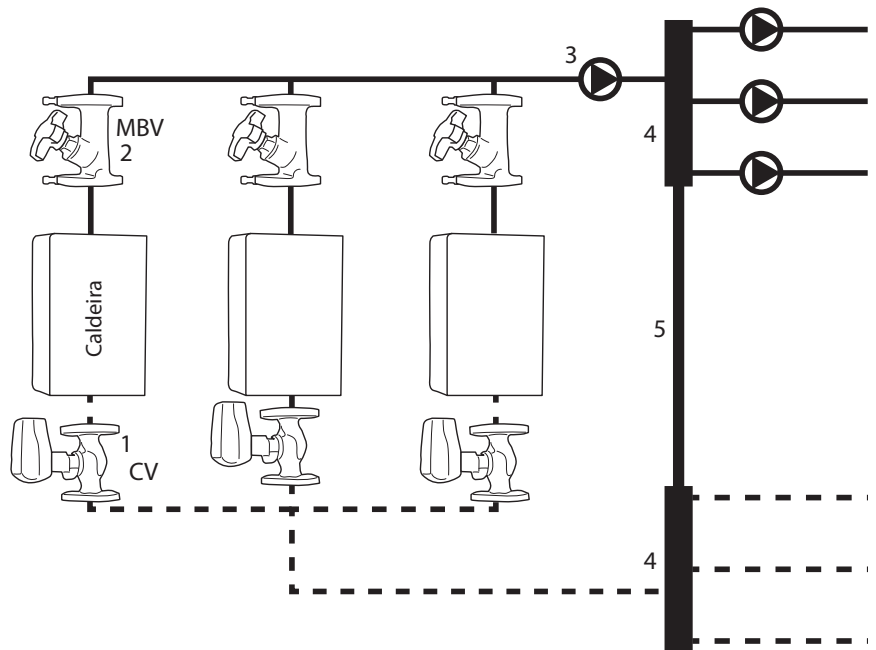
CV: VF2 + AME435



MBV: MSV-F2

Sistema com desacopladores de coletor

Aquecimento Resfriamento



Este é o arranjo mais comum da instalação de aquecedores com vazão primária constante (em cascata). Os sistemas primário e secundário são hidráulicamente independentes. Os coletores são conectados por um By Pass que permite a circulação de água entre eles.

Desempenho

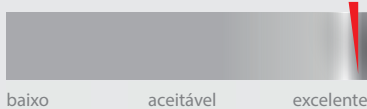
Retorno do investimento



Projeto



Operação/Manutenção



Controle



Explicação

Retorno do investimento

- Requer bombas nos lados primário e secundário
- Requer uma grande derivação entre os coletores
- Requer o comissionamento* das MBVs. Como alternativa, pode-se usar um sistema compensado, mas somente se as caldeiras forem do mesmo tamanho
- Requer válvulas de isolamento motorizadas e MBVs para cada caldeira. Como alternativa, pode-se usar uma PICV para limitar e isolar a vazão

Projeto

- Requer um cálculo de pré-ajuste das MBVs, para garantir a vazão nominal de cada aquecedor.
- O coletor e o desvio devem ser dimensionados corretamente, para evitar interferência entre as bombas primária e secundária
- O dimensionamento adequado das bombas primária e secundária é crucial para minimizar a vazão através do By Pass
- Recomenda-se o controle proporcional da bomba com vazão variável* no lado secundário

Operação/Manutenção

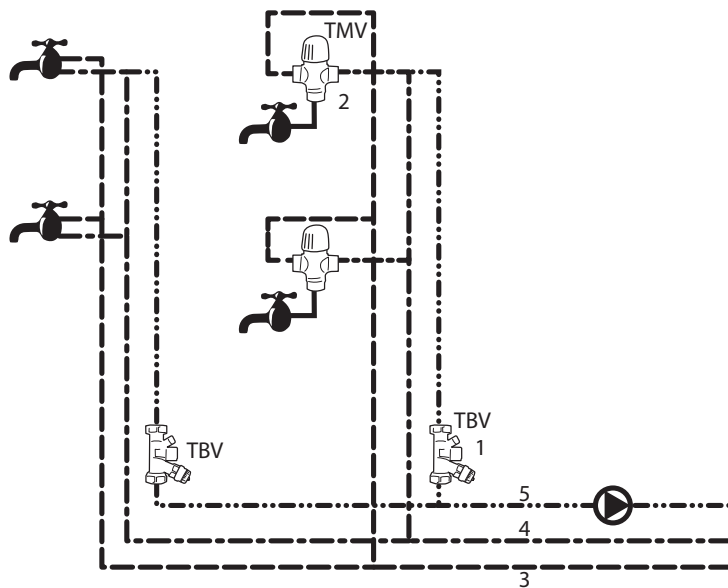
- As bombas primárias não requerem proteção de vazão mínima
- A operação do aquecedor é independente do sistema secundário
- O comissionamento do aquecedor deve ser feito de acordo com a demanda de calor no sistema secundário
- No caso de aquecedores sem condensação, será preciso ter um desvio adicional antes de cada caldeira, para garantir uma temperatura mínima de entrada para o aquecedor

Controle

- A conexão por etapas dos aquecedores deve basear-se na temperatura de retorno do lado secundário
- A temperatura de retorno pode ser alta, o que afeta negativamente os aquecedores de condensação e reduz a eficiência do sistema
- Lógica individual do aquecedor, de acordo com a temperatura de suprimento

Suprimento de água quente e fria ✓

Balanceamento térmico na circulação de AQS (arranjo vertical)



Nesta aplicação, garante-se uma vazão variável* na tubulação de circulação de AQS* e uma temperatura de consumo constante em qualquer torneira, independentemente da distância entre o tanque de armazenagem e o momento de utilização da água quente. Como resultado, foi possível reduzir o volume de água circulante durante todos os períodos. A desinfecção térmica* é possível com equipamento adicional. A TMV (opcional) garante a temperatura máxima de consumo, para evitar queimaduras.

Explicação

Retorno do investimento

- Somente válvulas MTCV de baixo custo; dispensa outros elementos hidráulicos
- Baixo custo de instalação
- Dispensa o comissionamento* (somente ajuste de temperatura)
- Acionamento com velocidade variável recomendado

Projeto

- Vazão: com base nas perdas de calor nas tubulações e nas quedas de temperatura nos ramais quando as torneiras são fechadas, não requer cálculo de Kvs
- O ajuste de temperatura da válvula baseia-se na queda de temperatura da última torneira até a válvula
- Cálculo da pressão da bomba com base na vazão nominal, quando não há consumo de

AQS* Operação/Manutenção

- Perdas mínimas de temperatura na tubulação: permite poupar muita energia*
- Dispensa um novo comissionamento*: controle automático de temperatura
- Custos de manutenção mais baixos, devido a temperaturas constantes/ótimas do sistema (menos queimaduras, corrosão, etc.)
- O termômetro pode ser conectado à válvula para uma inspeção e o comissionamento térmico adequado

Controle

- Temperatura de consumo estável* em todas as tubulações ascendentes
- Balanceamento perfeito sob carga total e parcial
- Acesso imediato à água quente
- Nível minimizado de vazão circulante, sem sobreavazão*
- Inconstruções não afetam a precisão do controle

Recomendado



6.1

1. Válvula termostática de balanceamento (TBV)
2. Válvula de mistura termostática (TMV) (opcional)
3. Água fria sanitária (AFS)
4. Água quente sanitária (AQS)
5. Circulação (AQS-C)

Produtos Danfoss:



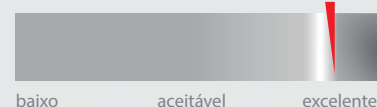
TBV: MTCV-A



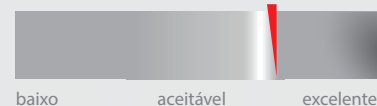
TMV: TMV-W

Desempenho

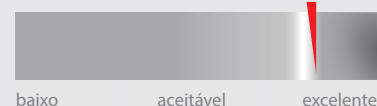
Retorno do investimento



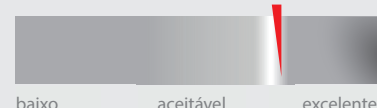
Projeto



Operação/Manutenção



Controle





Recomendado

6.2

1. Válvula termostática de balanceamento (TBV)

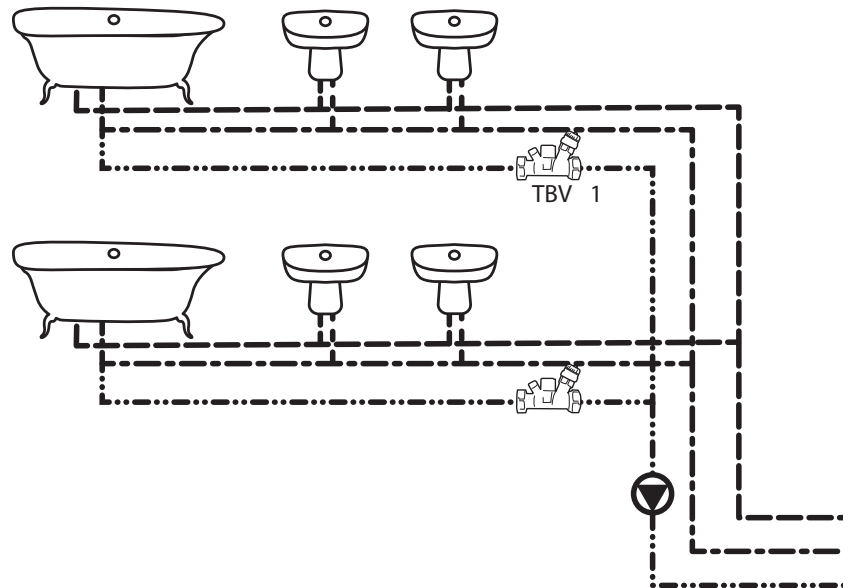
Produtos Danfoss:



TBV: MTCV-A

Suprimento de água quente e fria

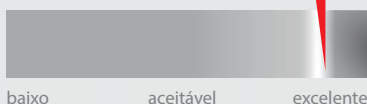
Balanceamento térmico na circulação de AQS (circuito horizontal)



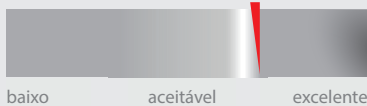
Nesta aplicação, garante-se uma vazão variável* na tubulação de circulação de AQS* e uma temperatura de consumo constante em qualquer torneira, independentemente da distância entre o tanque de armazenagem e o momento da utilização da água quente. Como resultado, foi possível reduzir o volume de água circulante durante todos os períodos. A desinfecção térmica* é possível com equipamento adicional.

Desempenho

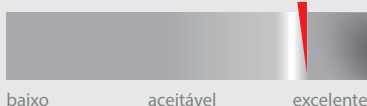
Retorno do investimento



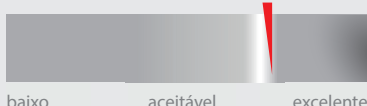
Projeto



Operação/Manutenção



Controle



Explicação

Retorno do investimento

- Somente válvulas MTCV de baixo custo; dispensa outros elementos hidráulicos
- Baixo custo de instalação
- Dispensa o comissionamento* (somente ajuste de temperatura)
- Recomenda-se um acionamento de velocidade variável (VSD*)

Projeto

- Vazão: com base nas perdas de calor nas tubulações e nas quedas de temperatura nos ramais quando as torneiras são fechadas, não requer cálculo de Kvs
- O ajuste de temperatura da válvula baseia-se na queda de temperatura da última torneira até a válvula
- Cálculo da pressão da bomba com base na vazão nominal, quando não há consumo de AQS*
- Se a MTCV for utilizada em circuitos horizontais, será preciso aplicar uma regra de volume de água de 3l

Operação/Manutenção

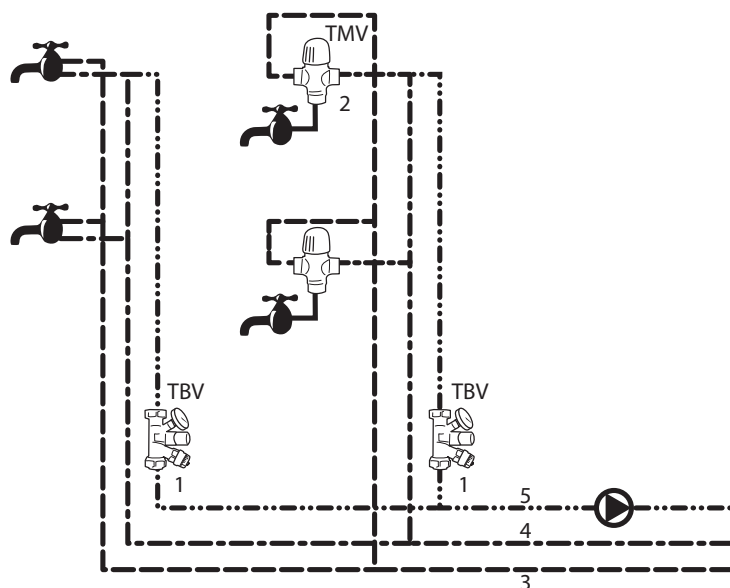
- Perdas mínimas de temperatura em uma tubulação: permite poupar muita energia*
- Dispensa um novo comissionamento*: controle automático de temperatura
- Custos de manutenção mais baixos, devido a temperaturas constantes/ótimas do sistema (menos queimaduras, corrosão, etc.)
- O termômetro pode ser conectado à válvula para uma inspeção e o comissionamento térmico adequado

Controle

- Temperatura de consumo estável* em todos os circuitos horizontais
- Balanceamento perfeito sob carga total e parcial
- Acesso imediato à água quente
- Nível minimizado de vazão circulante, sem sobrevazão**
- Incrustações não afetam a precisão do controle

Suprimento de água quente e fria

Balanceamento térmico na circulação de AQS, com desinfecção automática



Nesta aplicação, garante-se uma vazão variável* na tubulação de circulação de AQS* e uma temperatura de consumo constante em qualquer torneira, independentemente da distância entre o tanque de armazenagem e o momento da utilização da água quente. Como resultado, foi possível reduzir o volume de água circulante durante todos os períodos. A desinfecção térmica automática é viável graças ao módulo especial das válvulas MTCV. A TMV (opcional) garante a temperatura máxima de consumo para evitar queimaduras.

Explicação

Retorno do investimento

- MTCV de baixo custo, com módulo de desinfecção automática; dispensa outros elementos hidráulicos
- Baixo custo de instalação
- Dispensa o comissionamento* (somente ajuste de temperatura)
- Recomenda-se um acionamento de velocidade variável (VSD*)

Projeto

- Como nas aplicações 61 e 62
- Requer verificação da pressão da bomba para o processo de desinfecção
- Durante a desinfecção térmica, é preciso ter uma temperatura de vazão mais elevada (65-70 °C)

Operação/Manutenção

- O cone composto da válvula MTCV garante uma vida útil mais longa
- A desinfecção térmica* do sistema não pode ser garantida ou otimizada (capacidade de bombeamento, perdas térmicas, etc.)
- As válvulas TMV podem limitar a temperatura de consumo* durante a desinfecção térmica*
- O termômetro pode ser conectado à válvula para uma inspeção e o comissionamento térmico adequado

Controle

- Temperatura de consumo estável* em todas as tubulações ascendentes e circuitos
- Solução aceitável para pequenos edifícios residenciais, caso tenham sua própria fonte de calor
- Balanceamento perfeito sob carga total e parcial
- Nível minimizado de vazão circulante, sem sobrevazão**

*veja as páginas 54-55

Recomendado



6.3

1. Válvula termostática de balanceamento (TBV)
2. Válvula de mistura termostática (TMV) (opcional)
3. Água fria sanitária (AFS)
4. Água quente sanitária (AQS)
5. Circulação (AQS-C)

Produtos Danfoss:



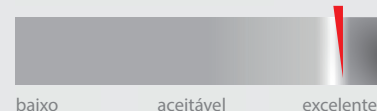
TBV: MTCV-B



TMV: TMV-W

Desempenho

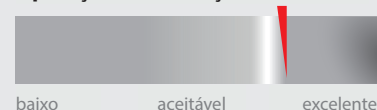
Retorno do investimento



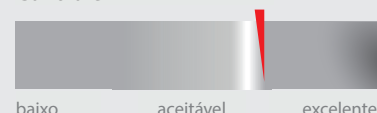
Projeto



Operação/Manutenção



Controle





Recomendado

6.4

1. Válvula termostática de balanceamento (TBV)
2. Válvula de mistura termostática (TMV) (opcional)
3. Controlador eletrônico (CCR2+)
4. Sensor de temperatura

Produtos Danfoss:



TBV: MTCV-C



TMV: TMV-W



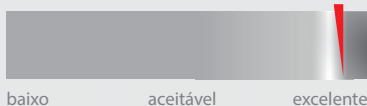
CCR2+

Desempenho

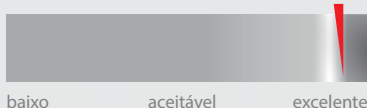
Retorno do investimento



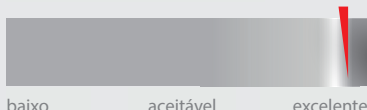
Projeto



Operação/Manutenção

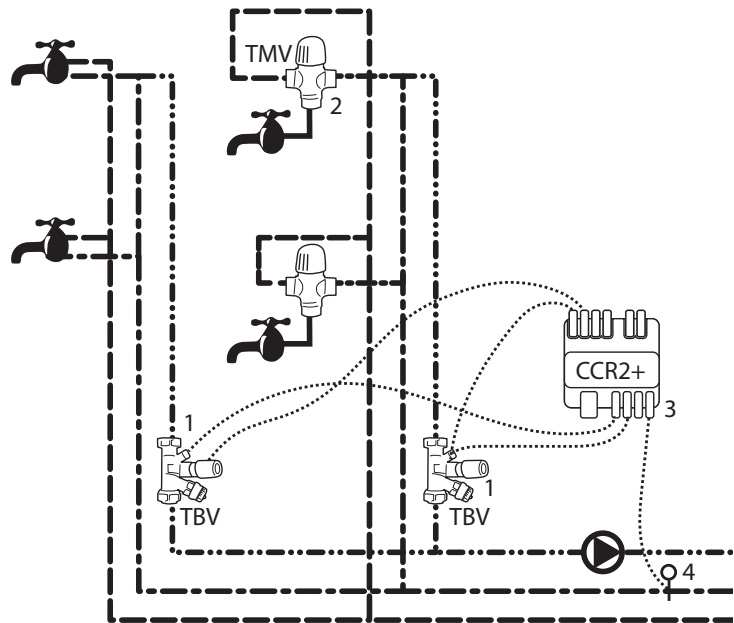


Controle



Suprimento de água quente e fria ✓

Balanceamento térmico na circulação de AQS, com desinfecção eletrônica



Nesta aplicação, garante-se uma vazão variável* na tubulação de circulação de AQS* e uma temperatura de consumo constante em qualquer torneira, independentemente da distância entre o tanque de armazenagem e o momento da utilização da água quente. Como resultado, foi possível reduzir o volume de água circulante durante todos os períodos. As válvulas TMV também garantem uma temperatura de consumo constante*, em relação ao período de desinfecção térmica. A desinfecção térmica* é controlada por um dispositivo eletrônico CCR2+.

Explicação

Retorno do investimento

- Requer equipamento de alto controle: MTCV com atuador e CCR2+ para controle de desinfecção, além de uma válvula misturadora de temperatura (opcional)
- Custos de instalação mais altos, incluindo os custos de fiação
- Dispensa o comissionamento do sistema hidráulico
- Exige a programação do CCR2+
- Recomenda-se um acionamento de velocidade variável (VSD*)

Projeto

- Como nas aplicações 61 e 62
- Excelente projeto, consumo mínimo de energia
- A desinfecção térmica* foi resolvida
- Não é preciso verificar a capacidade de desinfecção da bomba

Operação/Manutenção

- O cone composto da válvula MTCV garante uma vida útil mais longa
- Excelente desinfecção térmica* do sistema, programável e otimizada
- As válvulas TMV podem limitar a temperatura de consumo* durante a desinfecção térmica*
- O CCR2+ gerencia o registro de temperatura
- Pode-se programar processos de desinfecção automatizados
- Todos os dados e ajustes estão disponíveis remotamente

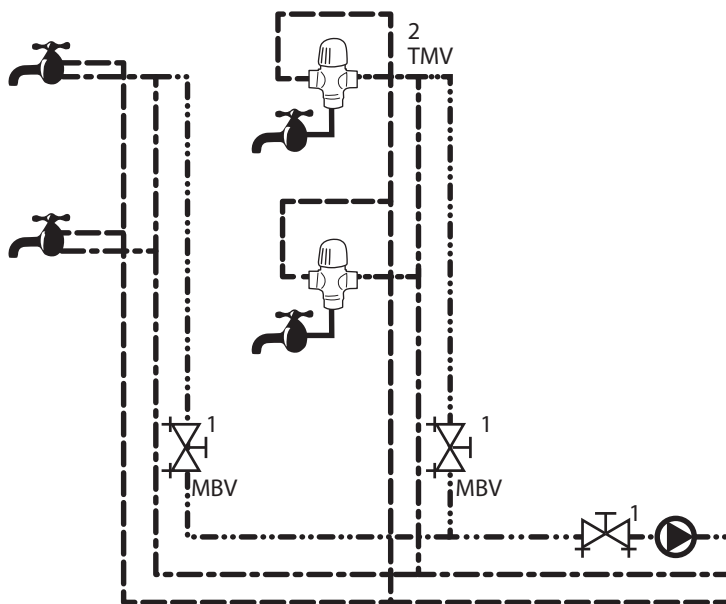
Controle

- Sem sobrecarga*, pois a vazão se ajusta à demanda sazonal
- Tempo mínimo requerido para a desinfecção
- Uma bomba de velocidade variável e a boa eficiência da caldeira permitem poupar energia*
- Conectividade com os módulos de automação BMS e AQS*

*veja as páginas 54-55

Suprimento de água quente e fria

Controle de circulação AQS*, com balanceamento manual



Nesta aplicação garante-se uma vazão constante* na tubulação de circulação de água quente sanitária, independentemente do uso e da demanda sazonal de água quente. A TMV (opcional) garante a temperatura máxima de consumo, para evitar queimaduras.

Explicação

Retorno do investimento

- Baixo custo de MBVs, bomba de velocidade constante, válvula associada* (pouco utilizada)
- Maior custo de instalação, se forem usadas válvulas associadas*
- Requer o comissionamento do sistema
- Não há demanda de acionamento de velocidade variável (VSD*)

Projeto

- Cálculo tradicional: Kvs da válvula de balanceamento manual
- É necessário calcular o pré-ajuste das válvulas
- A complicada demanda de vazão da circulação é calculada com base na perda de calor no suprimento de água quente e na tubulação de circulação
- Cálculo da cabeça da bomba com base na vazão nominal, quando não há consumo de AQS*
- É comum que a bomba de circulação e as MBVs sejam superdimensionadas

Operação/Manutenção

- Altas perdas de energia na tubulação e alto consumo de energia
- É preciso comissionar novamente o sistema* de tempos em tempos
- Menor eficiência do aquecedor devido à elevada temperatura de retorno
- Maior custo de manutenção devido à incrustações (maior temperatura de circulação)
- Risco de proliferação de legionella
- Alto consumo de água

Controle

- Temperatura de consumo variável* (depende da distância desde o tanque de AQS*)
- O controle estático não acompanha o comportamento dinâmico do uso da água
- Vazão circulante independente da demanda real, que transborda na maioria das vezes

Não recomendado



6.5

1. Válvula de balanceamento manual (MBV)
2. Válvula de mistura termostática (TMV) (opcional)

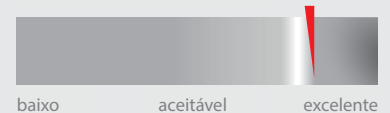
Produtos Danfoss:



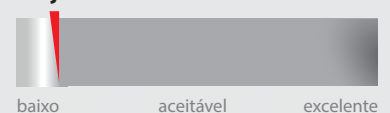
TMV: TMV-W

Desempenho

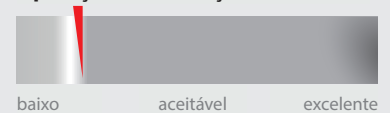
Retorno do investimento



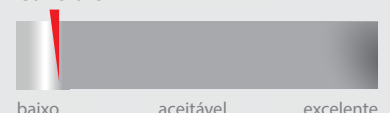
Projeto



Operação/Manutenção

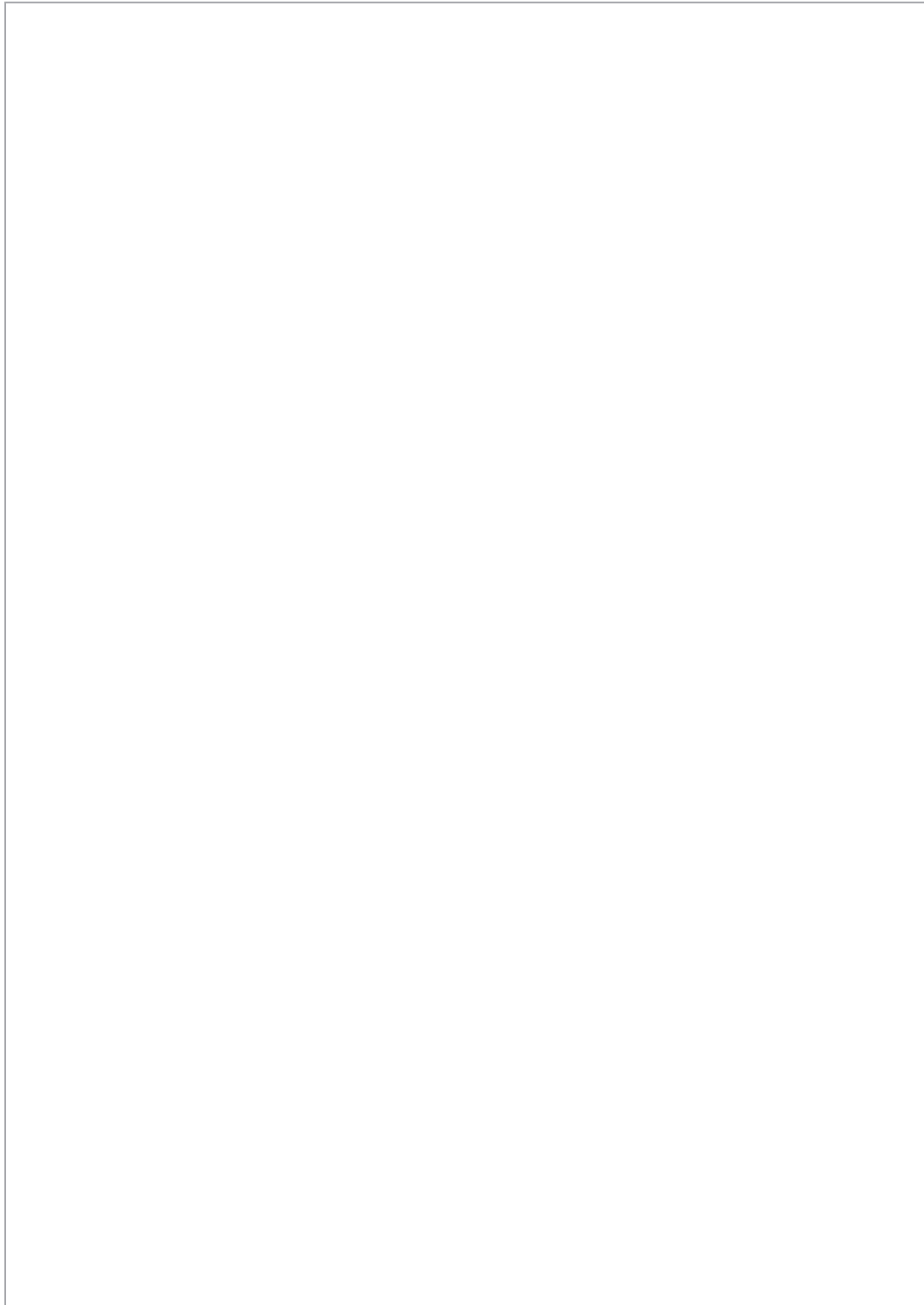


Controle



*veja as páginas 54-55

Notas



Glossário e abreviações

Teoria e controle de válvulas

Análise de eficiência energética



Cálculo tradicional: para ter um bom controle, devemos levar em conta as duas características de controle mais importantes: a autoridade da válvula de controle e a equivalência de pressão antes de cada unidade terminal. Para tal requisito, é preciso calcular o valor Kvs requerido das válvulas de controle e tratar todo o sistema hidráulico como uma só unidade.

Balanceamento: regulagem da vazão através de válvulas de balanceamento, para obter uma vazão adequada em cada circuito do sistema de aquecimento ou resfriamento.

Comissionamento: no entanto, é sempre preciso calcular os ajustes necessários da válvula de balanceamento manual ou automático durante o cálculo tradicional, antes de entregar o edifício ao usuário. É preciso garantir que a vazão se ajuste ao valor requerido, ao longo do processo. Portanto (pela imprecisão da instalação), deve-se checar a vazão nos pontos de medição e corrigi-la se necessário.

Novo comissionamento: De tempos em tempos, é preciso fazer um novo comissionamento (por exemplo, no caso de mudança de operação e de tamanho do ambiente, regulando a perda e o ganho de calor).

Atuador SMART: Atuador de passo digital, de alta precisão, com conectividade direta ao sistema BMS, ampliado com funções especiais adicionais, para facilitar tanto instalação como a operação.

Boa autoridade: Autoridade é um índice de pressão diferencial que indica a perda de pressão da válvula de controle e é comparada à pressão diferencial disponível garantida pelo controlador da bomba ou Δp (se houver). $a = \frac{\Delta p_{CV}}{\Delta p_{CV} + \Delta p_{pipes+units}}$ O controle será tanto melhor quanto maior for a autoridade.

A autoridade mínima recomendada é de 0,5.

Custo de bombeamento: despesas incorridas pelo consumo de energia das bombas.

Vazão constante: ocorre quando a vazão do sistema ou unidade não varia durante todo o período de operação.

Síndrome de baixo ΔT : é mais relevante para sistemas de resfriamento. Se não for possível garantir o ΔT requerido pelo sistema, a eficiência da máquina de resfriamento diminui drasticamente. Este sintoma pode ocorrer também em sistemas de aquecimento.

Retorno do investimento: É a rapidez com que se pode recuperar todo o valor pago por uma determinada parte da instalação, graças à economia feita com seu uso.

Otimização da bomba: Ao se utilizar bombas controladas eletronicamente, a pressão da bomba pode ser reduzida até o ponto em que a vazão necessária ainda seja garantida em todo o sistema, minimizando assim o consumo de energia.

Flutuação da temperatura ambiente: Ocorre quando a temperatura ambiente real desvia constantemente da temperatura ajustada. A flutuação indica o tamanho desse desvio.

Sem sobrevazão: Vazão constante através de uma unidade terminal de acordo com a vazão desejada.

Válvula associada: É preciso ter uma válvula de balanceamento manual adicional para que todos os ramos sejam comissionados corretamente. Pode-se descrever uma válvula associada como aquela que permite conectar um tubo de fornecimento a partir de uma válvula controladora de pressão diferencial (DPCV).

Vazão variável: Ocorre quando a vazão do sistema varia continuamente, em função da carga parcial sazonal. Depende de circunstâncias externas, tais como luz solar, ganhos de calor interno, ocupação do ambiente, etc.

Desinfecção térmica: Em sistemas de AQS, o número de bactérias legionella aumenta drasticamente em torno da temperatura de consumo. Isto causa doenças e pode ocasionalmente levar à morte. Para evitar isso, é preciso realizar uma desinfecção periódica. A maneira mais fácil de desinfecção consiste em elevar a temperatura da AQS acima de ~60-65°C. A essa temperatura, as bactérias são eliminadas.

Conversor de velocidade variável (VSD): A bomba de circulação é equipada com um controlador eletrônico integrado ou externo que garante uma pressão diferencial constante e proporcional (ou paralela) no sistema.

Economia de energia: Redução dos custos de energia elétrica e/ou térmica.

Comutação: Nos sistemas em que resfriamento e aquecimento não operam em paralelo, o sistema deve ser comutado entre esses modos de operação.

Classificação do edifício: Os ambientes são classificados de acordo com a capacidade de conforto (norma da UE).

"A" é a faixa mais elevada, com a menor oscilação da temperatura ambiente e maior conforto.

Temperatura ambiente estável: Pode ser obtida com um controlador eletrônico ou proporcional automático. Esta aplicação evita qualquer flutuação indesejada da temperatura ambiente, devido à histerese do termostato ON/OFF de ambientes.

Temperatura de consumo: Temperatura que surge imediatamente quando se abre a torneira.

Carga parcial: Qualquer carga durante o tempo de operação do sistema que seja menor que a carga de projeto.

AQS: sistema de água quente sanitária.

FL: limitador de vazão

UTA: unidade de tratamento de ar

DPCV: Válvula de controle de Δp

BMS: sistema de gestão predial

MBV: válvula de balanceamento manual

PICV: Válvula de controle independente da pressão

CO6: válvula de 6 vias

CV: válvula de controle

TRV: válvula termostática de radiador

RC: controle da temperatura ambiente

RLV: válvula de retenção

FCU: unidade fan coil

TES: armazenagem de energia térmica

8.1 Autoridade da válvula

A autoridade da válvula mede até que ponto a válvula de controle (CV) é capaz de impor sua característica sobre o circuito que controla. Quanto maior a resistência da válvula e, portanto, a queda de pressão através dela, melhor essa válvula de controle irá controlar a emissão de energia do circuito.

A autoridade (a_{cv}) é geralmente expressa como a razão entre a pressão diferencial através da válvula de controle, a 100% de carga, e uma válvula totalmente aberta (valor mínimo $\Delta P_{mín}$) e a pressão diferencial através da válvula de controle quando está totalmente fechada ($\Delta P_{máx}$). Quando a válvula está fechada, a queda de pressão em outras partes do sistema (tubulação, chillers e caldeiras, por exemplo) desaparece e toda a pressão diferencial disponível é aplicada às válvulas de controle. Esse é o valor máximo ($\Delta P_{máx}$).

Fórmula: $a_{cv} = \Delta P_{mín} / \Delta P_{máx}$

As quedas de pressão ao longo da instalação estão ilustradas na Figura 1

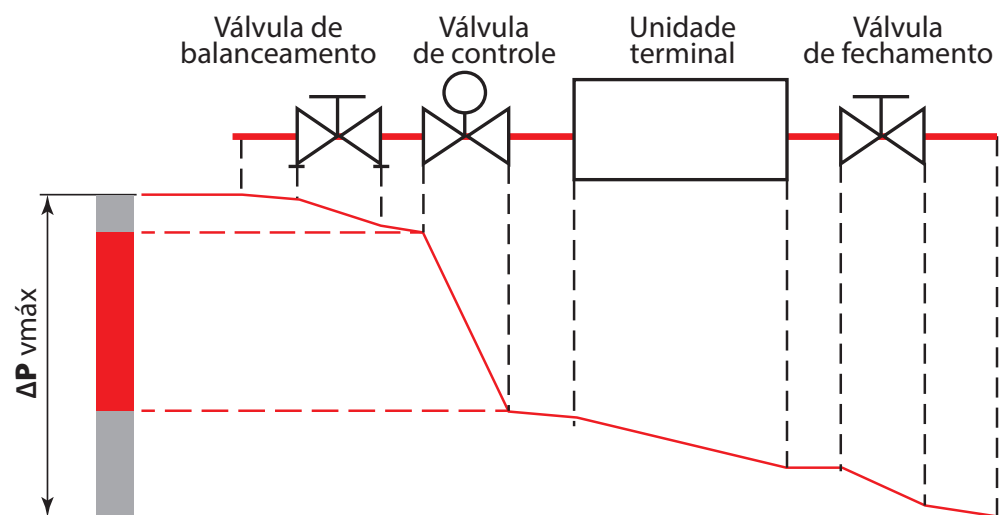


Figura 1

Característica da válvula

Cada válvula de controle tem sua própria característica, definida pela relação entre a elevação (curso) da válvula e a vazão de água correspondente. Tal característica é definida a uma pressão diferencial constante através da válvula, com uma autoridade de 100% (veja a fórmula). No entanto, durante uma aplicação prática, em uma instalação, a pressão diferencial não é constante, ou seja, a característica efetiva da válvula de controle varia. Quanto menor a autoridade da válvula, mais ela irá distorcer sua característica. Durante o processo de projeto, é preciso garantir que a autoridade da válvula de controle seja a mais alta possível, a fim de minimizar a deformação da característica.

Os gráficos abaixo ilustram as características mais comuns:

1. Característica de válvula de controle Logaritmica (Figura 2)
2. Característica da válvula de controle linear (Figura 3)

A curva designada por 1,0 é característica de uma autoridade de 1; as outras curvas representam autoridades progressivamente menores.

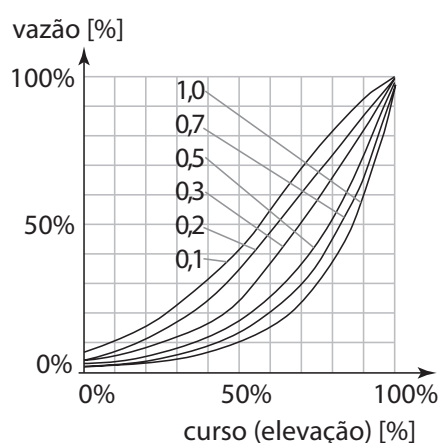


Figura 2

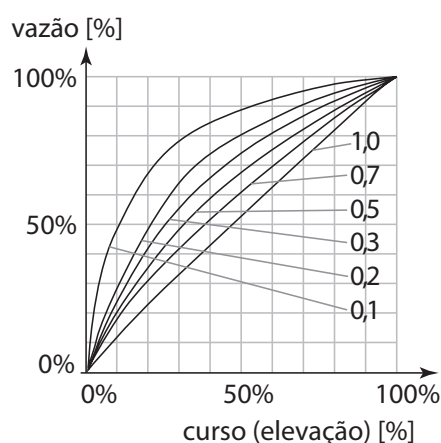


Figura 3

Malha fechada de controle no sistema HVAC

A palavra "controle" é utilizada em muitos contextos diferentes. Falamos de controle de qualidade, controle financeiro, comando e controle, controle de produção, etc. – termos que abrangem uma ampla gama de atividades. No entanto, todos esses tipos de controle, para serem bem-sucedidos, devem ter certas características em comum. Todos eles assumem, por exemplo, a existência de um sistema cujo comportamento se deseja influenciar e a liberdade de tomar ações que o irão forçá-lo a se comportar de algum modo desejável.

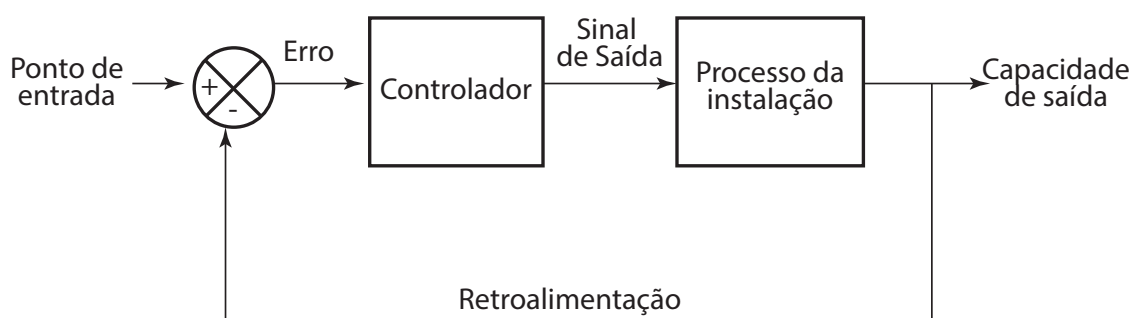


Figura 4

O diagrama de blocos anterior (Figura 4) é um modelo de controle modulado continuamente; utiliza-se um controlador de realimentação para controlar automaticamente um processo ou uma operação. O sistema de controle compara o valor ou estado da variável de processo que está sendo controlada ao valor ou ponto de entrada desejado (SP) e aplica a diferença como um sinal de controle, para fazer com que a saída da variável de processo da instalação assuma o mesmo valor presente no ponto de entrada.

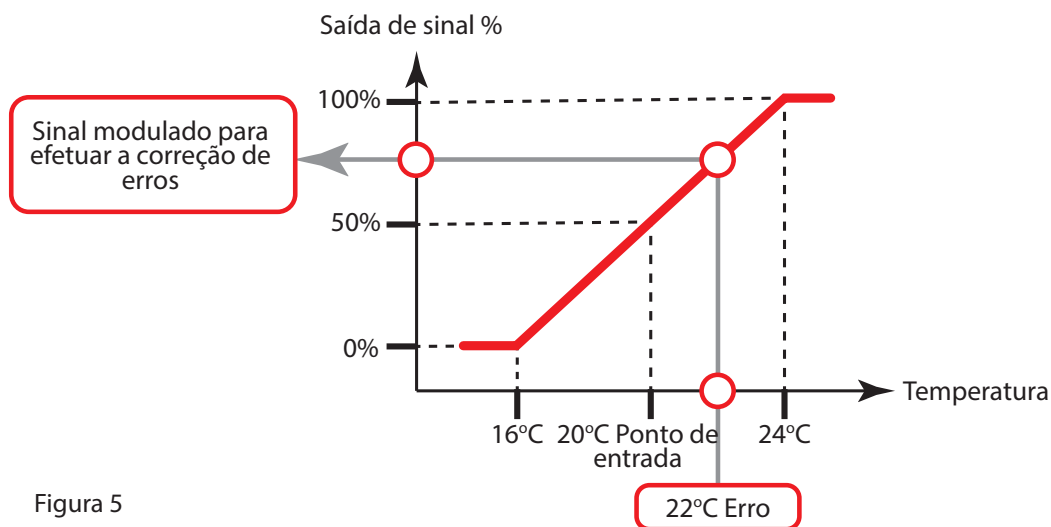


Figura 5

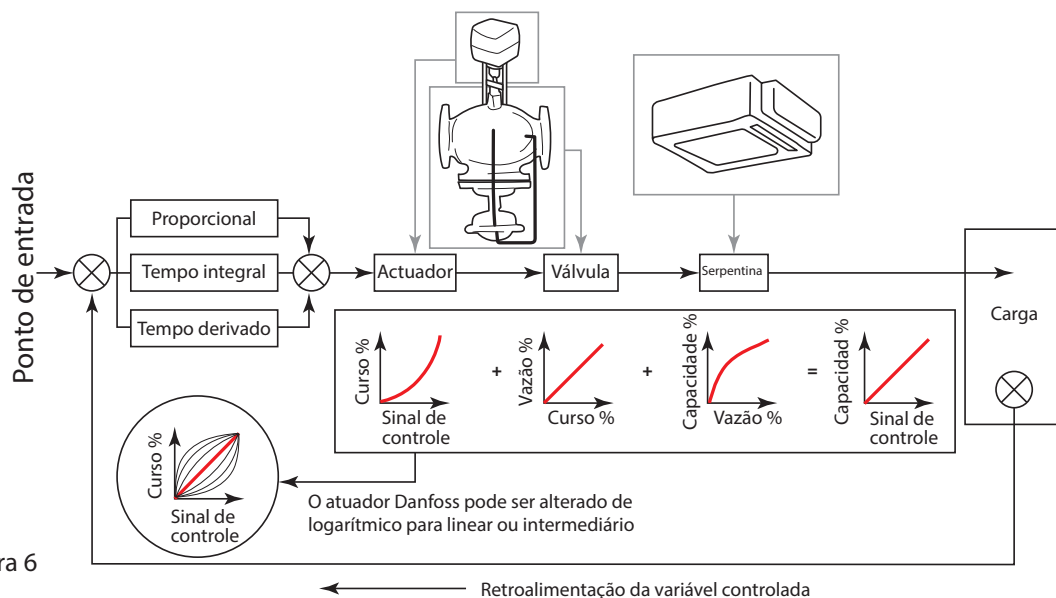


Figura 6

Cada componente individual do sistema tem sua própria característica. A correta combinação de cada um dos componentes, com um controlador devidamente configurado e ajustado, proporciona uma boa resposta de controle e eficiência do sistema HVAC.

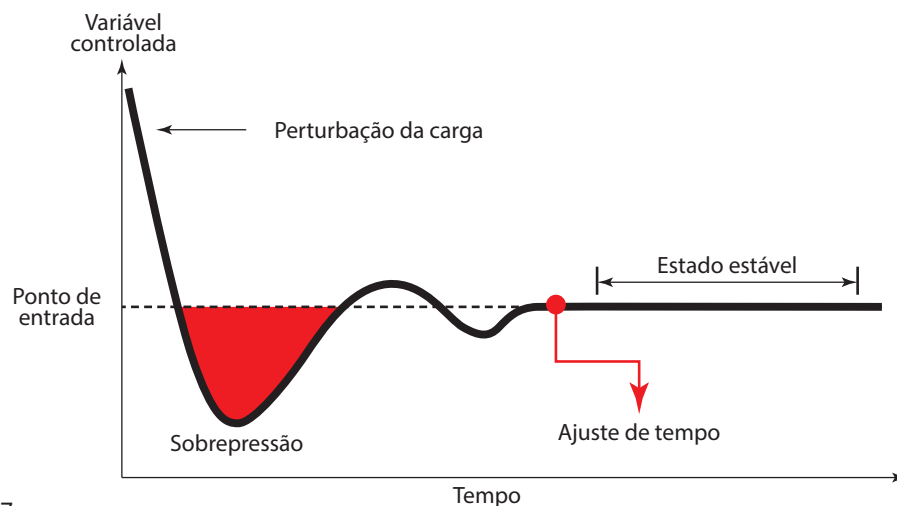


Figura 7

8.4

O exemplo acima é uma resposta de controle típica para uma aplicação de resfriamento. A alteração de carga é considerada uma mudança significativa na carga ou no valor de entrada. (Figura 6)

O objetivo de um bom sistema de controle consiste em atingir o tempo de estabilização o mais rápido possível, com o menor desvio possível, durante o estado estável.

Demanda de controle do processo: adaptação às características do sistema

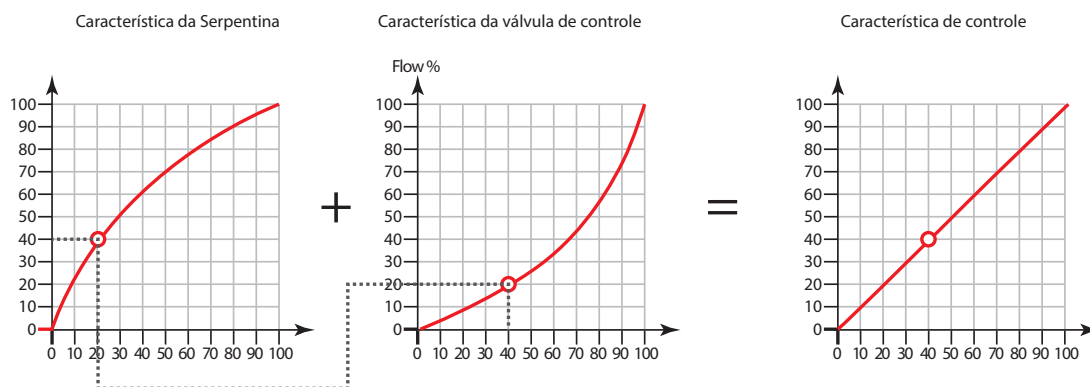


Figura 8

Cada sistema de processo exibe uma combinação diferente de recursos. O fabricante da válvula de controle deve sempre respeitar o projeto da serpentina. Como se pode ver nos gráficos anteriores, a característica da serpentina é logarítmica e por isso requer uma característica exatamente oposta, para satisfazer a demanda de controle linear. Espera-se que o sinal de controle de 40% atribua uma saída de 40% de capacidade. A autoridade da válvula de controle anterior é igual a 1 – o que não é realista na prática. Uma válvula de controle convencional irá sempre mudar quando mudar a pressão diferencial dentro do sistema hidráulico. As mudanças diferenciais ocorrem devido ao fato de que a carga dentro do sistema sempre varia.

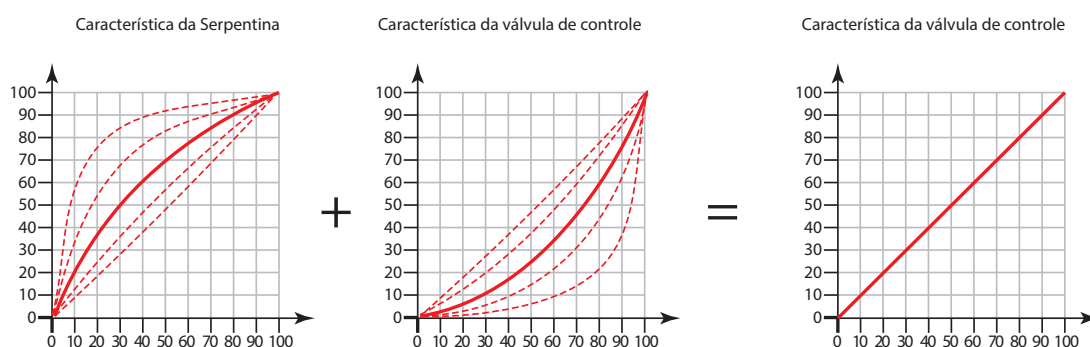


Figura 9

Na realidade, a serpentina pode ter características diferentes. Isso depende, em grande parte, da magnitude da energia térmica no líquido. Na aplicação de resfriamento, por exemplo, quanto mais fria a água, mais inclinadas são as características da serpentina. Há ainda vários outros fatores, sem dúvida, tais como a superfície de transferência de energia e a velocidade do ar. A Danfoss optou então por acrescentar um recurso de atuador ajustável, para atender exatamente a característica oposta. O atuador permite maior flexibilidade para mudar de uma característica linear para uma característica logarítmica ou vice-versa. Esta função é conhecida como ajuste do valor alfa. (Figura 9)

A “síndrome de baixo ΔT ”

Os chillers são dimensionados para certas condições extremas que dependem do clima relevante para cada instalação. É importante observar que isto significa, em geral, que os chillers são superdimensionados, pois essas circunstâncias extremas ocorrem em menos de 1% do tempo de operação. Pode-se afirmar com segurança que a instalação opera com carga parcial durante 99% do tempo. Quando a instalação opera com carga parcial, pode-se verificar um fenômeno de síndrome de baixo ΔT , que pode ocasionar uma eficiência muito baixa no chiller, assim como rápidas ativações e desativações desse dispositivo. Além disso, a síndrome de baixo ΔT impede que os chillers operem no chamado modo de capacidade máxima. Durante esse modo, o chiller pode oferecer capacidade acima de sua capacidade nominal, com eficiência muito elevada.

A síndrome de baixo ΔT ocorre quando a temperatura de alimentação de retorno para o chiller é menor que a projetada. Caso a instalação seja projetada para uma temperatura diferencial de 6K, mas a água fornecida ao chiller seja apenas 3K abaixo do ponto de ajuste de suprimento de água resfriada, será fácil entender que o chiller poderá fornecer, no máximo, apenas 50% de sua capacidade nominal. Se isso for insuficiente para a situação, a instalação não terá capacidade suficiente ou será preciso conectar um chiller adicional.

Aqui está um exemplo prático: Quando a temperatura da água de retorno do circuito secundário é inferior à temperatura de projeto (devido a problemas de sobrecarga, etc.), não é possível carregar os chillers com capacidade total. Se os chillers da unidade de água resfriada, projetados para resfriar a água de 13°C, para 7°C, passa a receber uma vazão de retorno de 11°C, ao invés de uma temperatura de projeto a 13°C - ou seja, o chiller será carregado com uma relação de:

$$\text{CHL}(\%) = \left[\frac{\text{CWRTR} - \text{CWSTD}}{\text{CWRTR} - \text{CWSTD}} \right] \times 100\% = \left[\frac{11-7}{13-7} \right] \times 100\% = 66,6\%$$

Onde:

- CHL (%): porcentagem de carga do chiller
- CWRTR: temperatura real de retorno da água resfriada (11°C neste caso)
- CWSTD: temperatura de projeto de fornecimento de água resfriada (7°C neste caso)
- CWRTD: temperatura de projeto de retorno de água resfriada (13°C neste caso)

Assim, quando o baixo ΔT na instalação (diferença entre a temperatura da água resfriada de retorno e de suprimento) foi reduzido de 6°C (de 13 a 7°C), nas condições de projeto, para 4°C (de 11 a 7°C), a capacidade do chiller foi reduzida em 33,4%.

Em muitos casos, a eficiência operacional do chiller pode cair de 30 a 40%, quando a temperatura da água resfriada de retorno é inferior à de projeto. Ao contrário, quando se eleva o ΔT , a eficiência do chiller pode aumentar em até 40%.

Como resolver o problema

Há várias causas potenciais para a síndrome de baixo ΔT :

Uso de válvulas de controle de 3 vias:

Por sua natureza, as válvulas de 3 vias desviam o suprimento de água resfriada para a linha de retorno sob condições de carga parcial, fazendo com que a temperatura da água resfriada seja inferior à de projeto. Isto agrava o problema do baixo ΔT (apresentado nas aplicações 1.1.12.1 e 3.1.2).

A solução é não utilizar válvulas de controle de 3 vias, mas sim um sistema de vazão variável, com controle modulante. Se as válvulas de controle de 3 vias forem inevitáveis, recomenda-se a aplicação 1.1.2.2, para limitar a sobrecarga sob condições de carga parcial.

Seleção incorreta da válvula de controle de 2 vias, com balanceamento incorreto do sistema:

Uma válvula de controle de 2 vias de tamanho inadequado pode permitir uma vazão de água superior à requerida. A síndrome de baixo ΔT é pior sob condições de carga parcial, devido a mudanças de pressão no sistema, que causam sobrecarga elevada através das válvulas de controle. Esse fenômeno ocorre principalmente em sistemas com balanceamento hidráulico ruim, como se vê na aplicação 1.1.1.7.

A solução é utilizar válvulas de controle de 2 vias com controladores de pressão integrados. A função de controle de pressão das válvulas de controle elimina o problema de sobrecarga e, portanto, também a síndrome de baixo ΔT .

Outros casos, por exemplo:

Ponto de ajuste incorreto, calibração de controle ou eficiência reduzida da serpentina.

*veja as páginas 54-55

O fenômeno de "sobrevazão"

Um dos problemas mais conhecidos em sistemas de água resfriada, como de baixo ΔT , é o fenômeno de sobrevazão. Este capítulo irá explicar brevemente o que é a sobrevazão e suas causas.

Todos os sistemas são projetados para condições nominais (100% de carga). Os projetistas calculam a pressão das bombas com base na queda de pressão combinada em tubulações, unidades terminais, válvulas de balanceamento, válvulas de controle e outros elementos da instalação (filtros, medidores de água, etc.), assumindo que a instalação opera em sua capacidade máxima.

É considerado aqui um sistema tradicional, como o mostrado abaixo (Figura 10.1), com base na aplicação 1.1.1.7. É óbvio que a serpentina e a válvula de controle mais próximas da bomba terão uma pressão disponível mais elevada que a última da instalação. Nesta aplicação, é preciso reduzir a pressão desnecessária utilizando válvulas de balanceamento manuais, de modo que as válvulas de balanceamento mais próximas da bomba estejam mais reguladas. O sistema só opera corretamente com 100% de carga.

Na Figura 10.2, pode-se ver um sistema de retorno reverso (compensado). A ideia por trás desse sistema é que, como o comprimento total da tubulação é igual, para cada unidade terminal, não é preciso ter balanceamento, pois a pressão disponível a todas as unidades é a mesma. Convém observar que se as unidades terminais exigirem vazões diferentes, será preciso balancear o sistema com válvulas de balanceamento. Em geral, pode-se dizer que a única aplicação adequada de um sistema de retorno reverso resume-se a um sistema de vazão constante (com válvulas de 3 vias, quando todas as unidades terminais têm o mesmo tamanho).

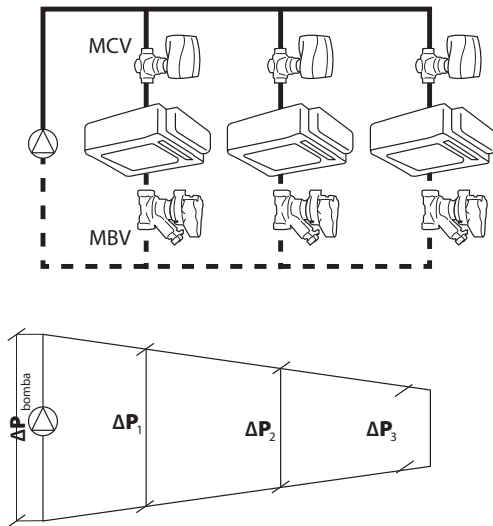


Figura 10.1 Sistema de retorno direto (sistema não recomendado)

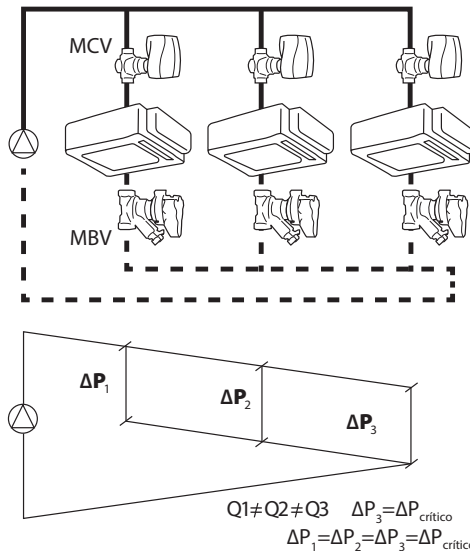


Figura 10.2 Controle de FCU de vazão variável estática (sistema não recomendado)

Para controlar a vazão através de cada serpentina, utiliza-se válvulas de controle de duas vias. Deve-se levar em conta uma situação sob carga parcial (ou seja, as serpentinas 2 estão fechadas).

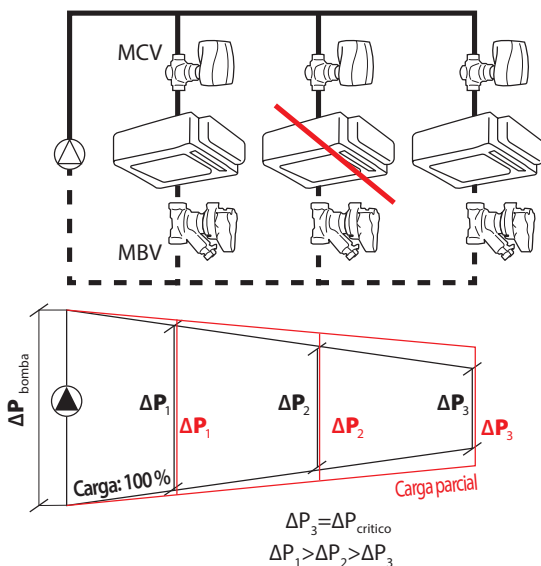


Figura 11.1 Carga parcial - sistema de retorno direto

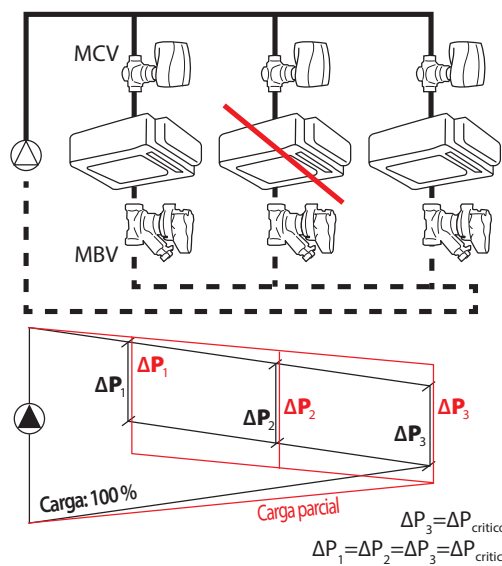


Figura 11.2 Carga parcial - sistema de retorno reverso

*veja as páginas 54-55

Devido à menor vazão no sistema, a queda de pressão no sistema de tubulação diminui, o que oferece uma maior pressão disponível aos circuitos ainda abertos. Como foram usadas válvulas de balanceamento manual (MBV) para balancear o sistema, com ajustes fixos e estáticos, o sistema fica desbalanceado. Como resultado, uma pressão diferencial mais alta nas válvulas de controle de 2 vias causa sobre vazão nas serpentinas. Esse fenômeno aparece tanto em sistemas de retorno direto como em sistemas de retorno reverso. É por isso que tais aplicações não são recomendáveis, já que os circuitos dependem da pressão.

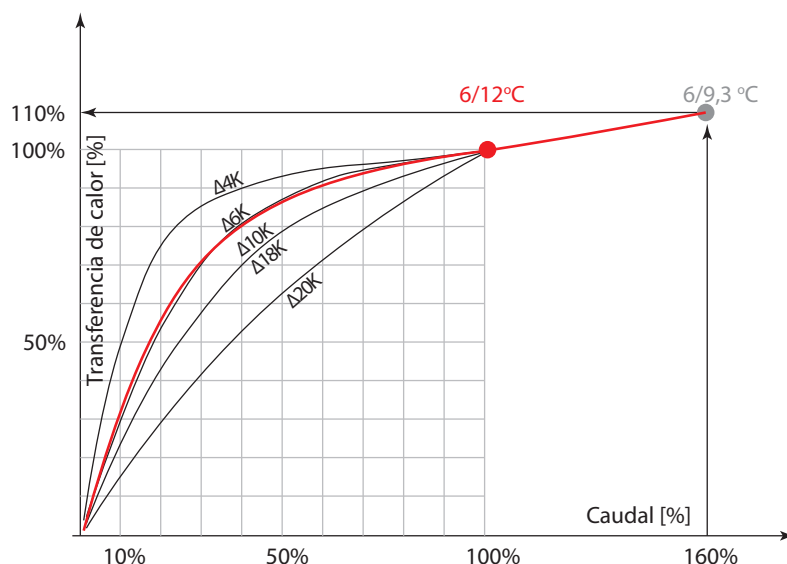


Figura 12 Característica de emissão da unidade terminal

A FCU tradicional é normalmente projetada para um ΔT de 6 K. Pode-se obter uma troca térmica de 100%, com 100% de vazão de água através da unidade com uma temperatura de fornecimento de 6°C e uma temperatura de retorno de 12°C. A sobre vazão na unidade tem pouca influência sobre a troca térmica. No entanto, há outro fenômeno que é ainda mais crítico para o bom funcionamento do sistema de água resfriada. A vazão mais alta nas unidades tem uma influência significativa na transferência de calor/frio – ou seja, a temperatura de retorno nunca atinge a temperatura de projeto. Ao invés da temperatura de projeto de 12°C, a temperatura real é muito inferior (9,3°C, por exemplo). A consequência de uma temperatura de retorno mais baixa da FCU pode ser uma síndrome de baixo ΔT .

Para sistemas de vazão variável, não se recomenda o uso de bombas de velocidade fixa, pois agravam o problema de sobre vazão. Na Figura Isto pode ser visto claramente na Figura 13. Essa figura representa a curva da bomba e as zonas de diferentes cores representam as quedas de pressão no sistema. A área vermelha representa a queda de pressão na válvula de controle. Se a bomba seguir sua curva natural, será possível ver que, com uma vazão decrescente, a pressão diferencial irá aumentar. Ao comparar a pressão diferencial a 50% de carga, vê-se que a pressão da bomba disponível é muito maior (P_1) que a cabeça de bomba à plena carga (P_{nom}). A válvula de controle terá que absorver toda a pressão adicional. Isso causa sobre vazões no sistema, bem como sérias distorções nas características da válvula.

O “fenômeno de baixa vazão”

Como se pode ver na Figura 10.1, a pressão disponível para o primeiro circuito é muito maior que a pressão ao último circuito. Nesta aplicação, as MBVs devem resolver esse problema estrangulando o excesso de vazão. Portanto, a última MBV deve ser aberta o máximo possível enquanto as demais devem ser fechadas cada vez mais, quanto mais próximas estiverem da bomba.

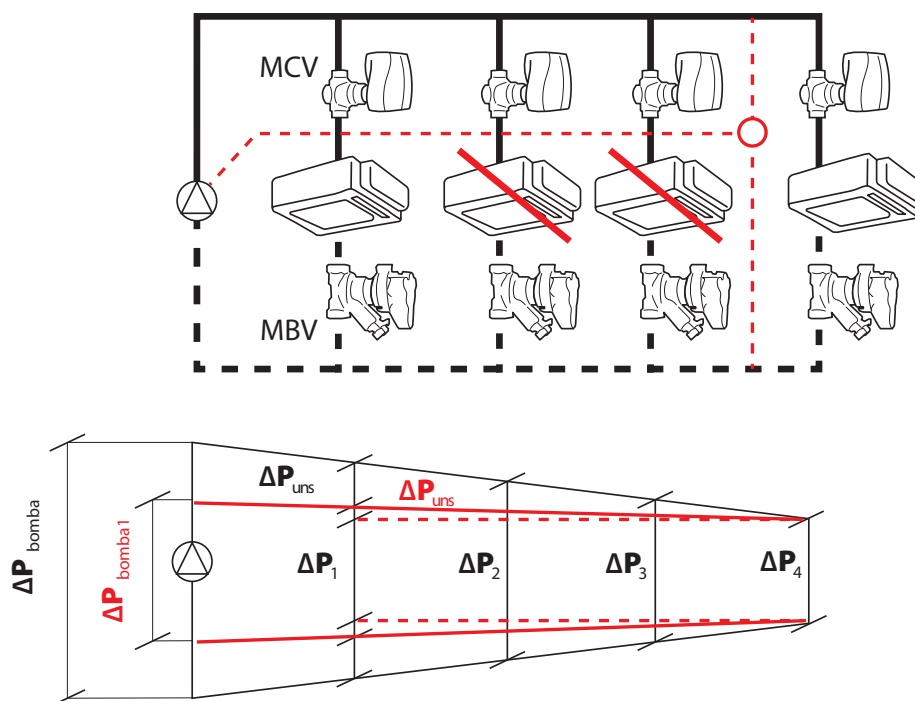


Figura 14 Sistema direto com controle de bomba proporcional

Uma aplicação padrão posiciona o sensor de pressão diferencial, que controla a bomba, na última unidade terminal, a fim de minimizar o consumo dessa bomba. Pode-se ver o que acontece quando as duas unidades terminais centrais estão fechadas. Como a vazão nas tubulações é consideravelmente reduzida, a resistência do sistema também diminui – o que significa que a maior parte da pressão da bomba acaba no final da instalação, onde o sensor está localizado. Isto é representado pelas linhas vermelhas na Figura 14. Ao observar a primeira unidade, pode-se ver que, embora a pressão no circuito devesse ser a mesma, na verdade ela obtém uma pressão diferencial muito menor e, portanto, uma vazão muito baixa. Isto pode causar uma situação confusa, em que a instalação opera sem problemas à plena carga, mas quando a carga é reduzida surgem problemas de capacidade junto à bomba. Nem é preciso dizer que colocar a bomba sob controle proporcional irá reduzir consideravelmente os problemas. A bomba detecta uma queda de 50% na vazão e, em consequência, reduz a pressão diferencial, criando vazões ainda mais baixas na primeira unidade terminal e um problema de capacidade na última unidade terminal.

Uma solução parcial, que muitas vezes é sugerida, e que está a meio caminho entre criar baixa vazão e minimizar o consumo da bomba, consiste em posicionar o sensor em um ponto a dois terços do sistema. No entanto, isto ainda é problemático e não há garantia de que a vazão esteja correta em todas as circunstâncias. Uma solução simples é montar válvulas de balanceamento e controle independentes da pressão (AB-QM) em cada unidade terminal e controlar a bomba com uma pressão diferencial constante. Tal solução maximiza a economia na bomba, sem problemas de sobrevazão ou vazão insuficiente.

Objetivo:

Neste capítulo, são descritas em detalhes as diferenças entre quatro soluções de balanceamento e controle hidráulico para o edifício de um hotel imaginário.

Para fins de comparação, o sistema HVAC desse edifício está equipado com um sistema de aquecimento/ esfriamento com 4 tubulações.

Para cada uma das quatro soluções, são analisados o consumo de energia e a eficiência. Somando o investimento e os custos operacionais, calcula-se o tempo de amortização de cada uma das soluções.

- MBV_ON/OFF: Válvula de controle de 2 vias com atuador ON/OFF na unidade terminal e válvulas de balanceamento manual nas tubulações de distribuição, tubulações ascendentes, ramais e TUs.
- DPCV_ON/OFF: Válvula de controle de 2 vias com atuador ON/OFF na unidade terminal e válvulas de controle de pressão diferencial nos ramais.
- DPCV_modulante: Válvula reguladora de 2 vias com atuador modulante na unidade terminal e válvulas reguladoras de pressão diferencial nos ramais.
- PICV_modulante (recomendação da Danfoss): Válvula de controle independente da pressão (PICV) com atuador modulante em (TU). MBV opcional para verificação da vazão nos ramais

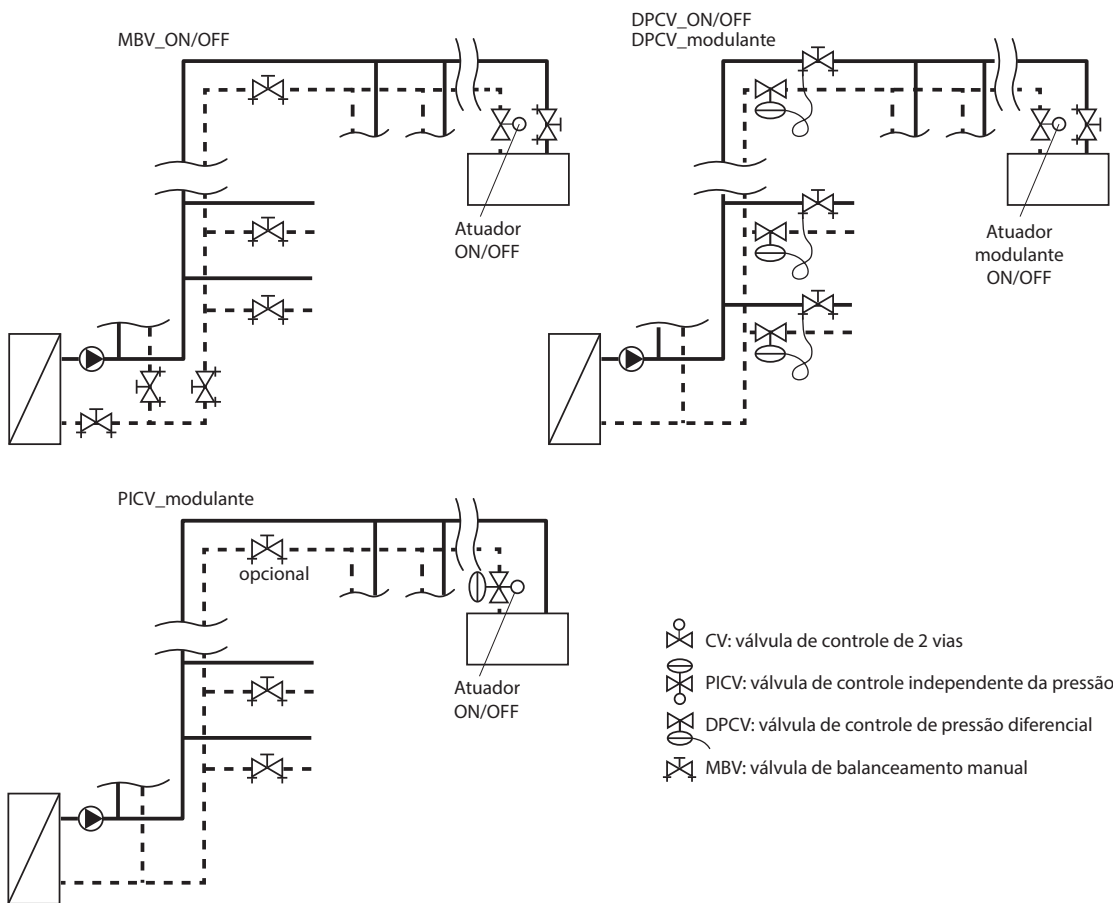


Figura 15

9.2

Dados:

Dados do edifício	
Volume	57 600 m ³ /h
Área total	18 000 435 cm ²
Nº de andares:	15
Área/Unidade	1200 435 cm ²

Demanda de resfriamento	
Capacidade	900 kW
Regime	7/12 °C
Demanda de resfriamento/ m ²	50 W/m ²
Demanda de resfriamento/ m ³	15,6 W/m ³
DADOS DO SISTEMA DE RESFRIAMENTO	
Nº de tubulações ascendentes	2
Nº de ramais/tubulação ascendente	15
Nº de unidade/ramal	20
Nº de unidades totais	600
Capacidade/unidade	1,5 kW
Capacidade/ramal	30 kW
Vazão/unidade	258 l/h
Vazão/ramal	5160 l/h
Vazão/tubulação ascendente	77 400 l/h
Vazão/edifício	154 800 l/h
Custo da energia elétrica	0,15 EUR/kWh
Temporada de resfriamento	150 dias
COP do chiller	3,5

Demanda de aquecimento	
Capacidade	630 kW
Regime	50/40 °C
Demanda de aquecimento/ m ²	35 W/m ²
Demanda de aquecimento/ m ³	11 W/m ³
DADOS DO SISTEMA DE AQUECIMENTO	
Nº de tubulações ascendentes	2
Nº de ramais/tubulação ascendente	15
Nº de unidade/ramal	20
Nº de unidades totais	600
Capacidade/unidade	1,05 kW
Capacidade/ramal	21,0 kW
Vazão/unidade	91 l/h
Vazão/ramal	1820 l/h
Vazão/tubulação ascendente	27 300 l/h
Vazão/edifício	54 600 l/h
Custo da energia elétrica	0,008 EUR/kWh
Temporada de aquecimento	180 dias
COP da caldeira	Condensação

9.3

Esquema do sistema:

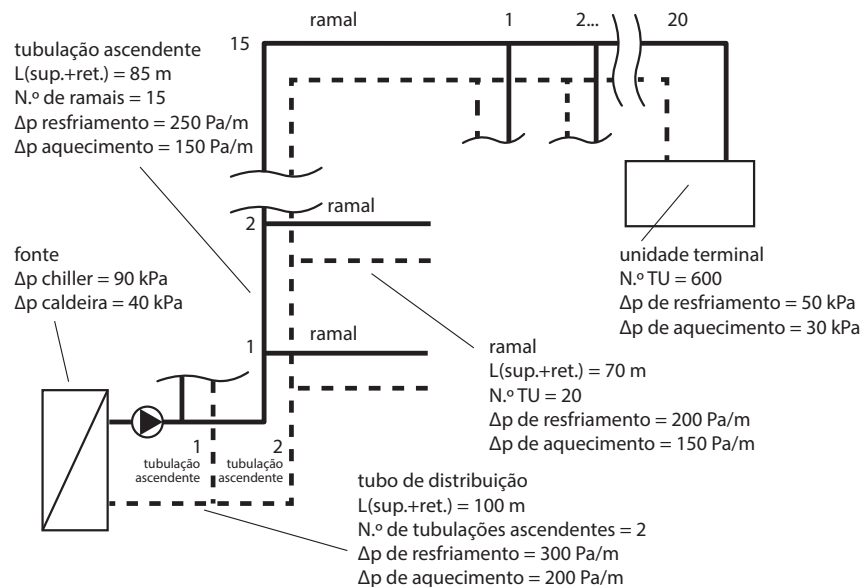


Figura 16

Perfil de carga:

Perfil de carga de resfriamento:

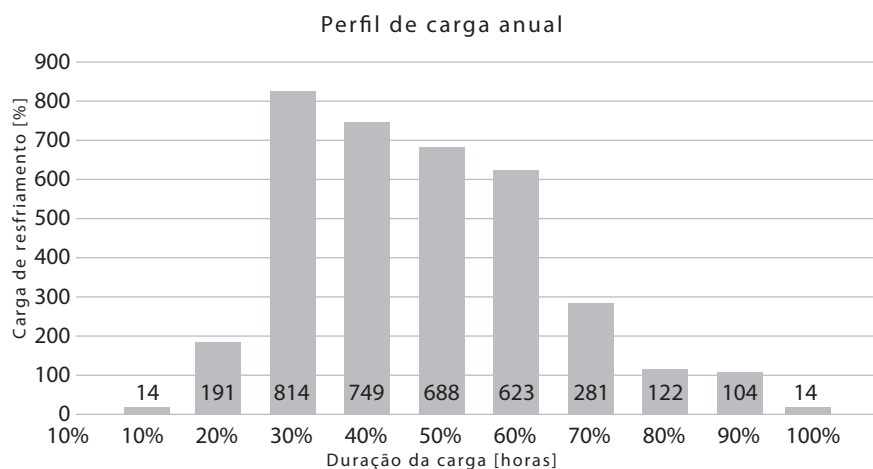


Figura 17

Carga [%]	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Tempo [%]	0,40%	5,30%	22,60%	20,80%	19,10%	17,30%	7,80%	3,40%	2,90%	0,40%
Capacidade (kW)	90	180	270	360	450	540	630	720	810	900
Tempo [horas]	14	191	814	749	688	623	281	122	104	14
Consumo de energia [kWh]	1296	34 344	219 672	269 568	309 420	336 312	176 88 128	84 564	12 960	

Consumo previsto de energia de resfriamento [kWh/a] 1 533 168,0
 Consumo esperado de energia elétrica (COP = 3,5) [kWh/a] 438 048,0
 Custo previsto de energia [EUR/a] 65 707,20

Perfil da carga de aquecimento:

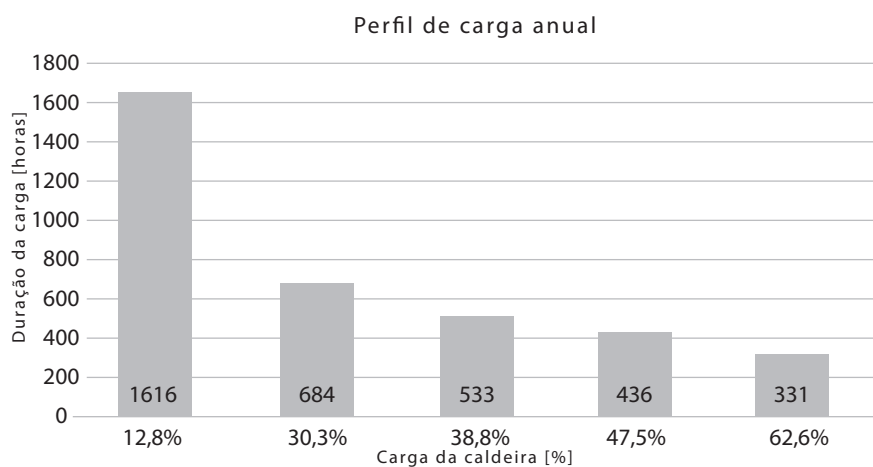


Figura 18

Carga [%]	12,8%	30,3%	38,8%	47,5%	62,6%
Tempo [%]	44,9%	19,0%	14,8%	12,1%	9,2%
Capacidade (kW)	115,2	272,7	349,2	427,5	563,4
Tempo [horas]	1616	684	533	436	331
Consumo de energia [kWh]	186 209	186 527	186 054	186 219	186 598

Consumo previsto de energia de aquecimento [kWh/a] 931.606,9
 Custo esperado de energia [EUR/a] 26 830,28

Resfriamento:

Consumo de energia da bomba

O controle de bomba mais adequado é combinado com a solução adequada de balanceamento e controle.

MBV_ON/OFF
DPCV_ON/OFF
DPCV_modulante
PICV_modulante

controle da bomba de pressão diferencial constante
pressão proporcional, controle calculado
pressão proporcional, controle calculado
pressão proporcional, controle medido

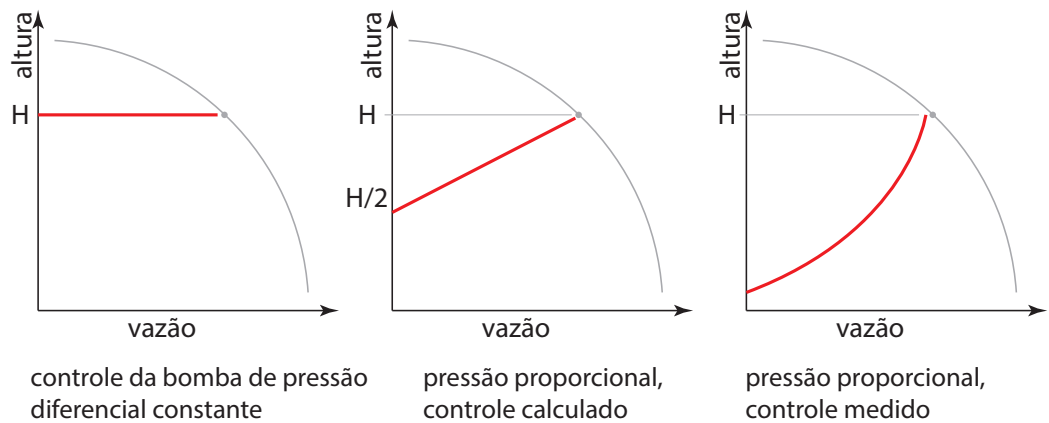


Figura 19

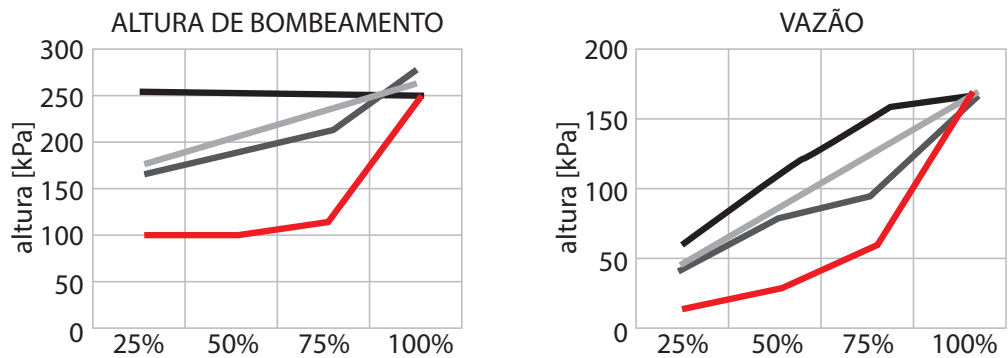


Figura 20

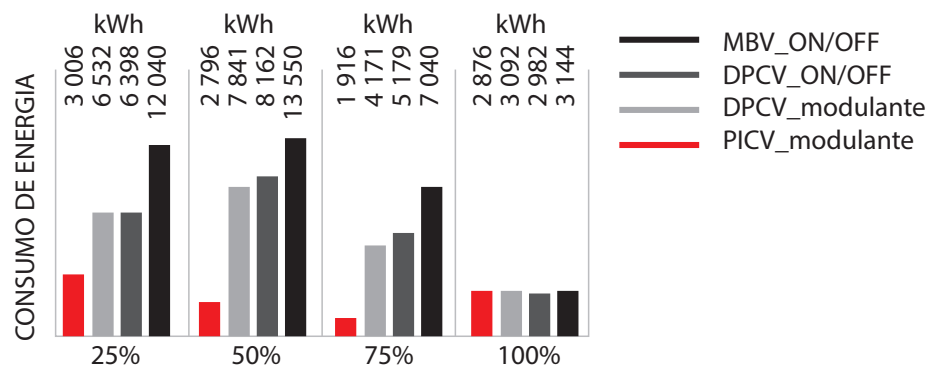


Figura 21

Comparação do consumo de energia do chiller:

Condições de projeto:

Planta do chiller:

COP:

Temperatura de fornecimento de água resfriada (constante):

Temperatura de retorno da água resfriada (variável):

Projeto

Premissas:

Se $\Delta T_{chw} < 5K \Rightarrow T_{chw,retorno} < 12^{\circ}C$, o COP irá cair

se $\Delta T_{chw} > 5K \Rightarrow T_{chw,retorno} > 12^{\circ}C$, o COP aumentará

Variável primária

3,5 kW/kW (100% de carga)

$T_{chw,impulsão} = 7^{\circ}C$

$T_{chw,retorno} = 12^{\circ}C$

$\Delta T_{chw} = 5K$

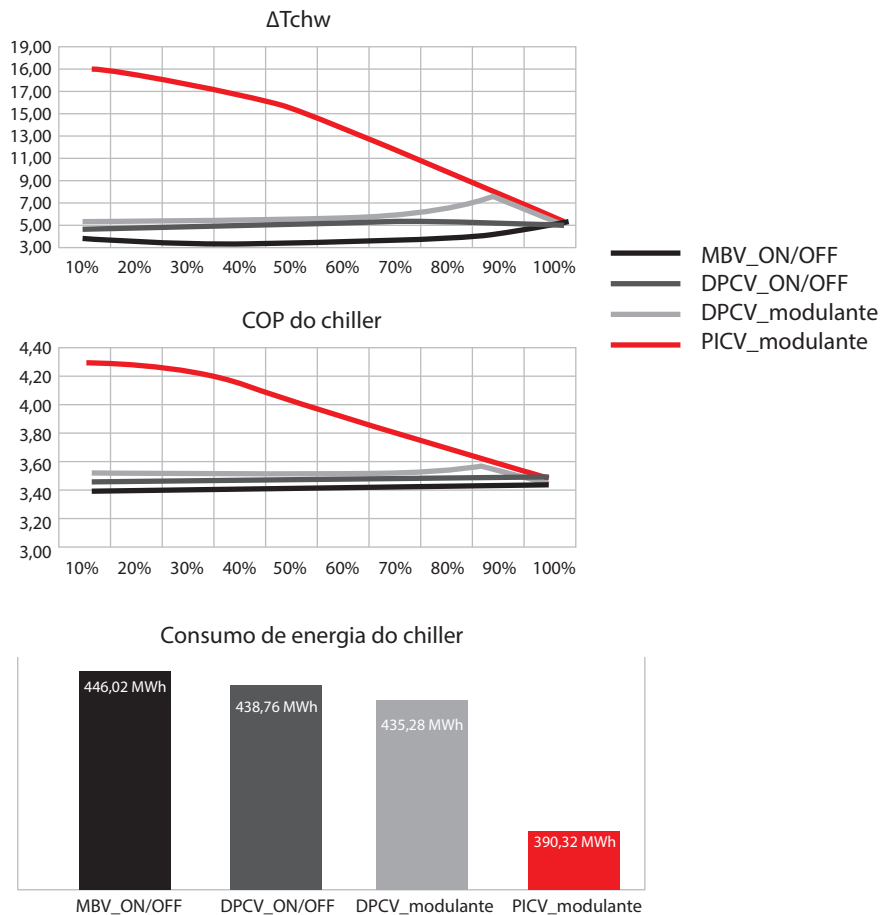


Figura 22

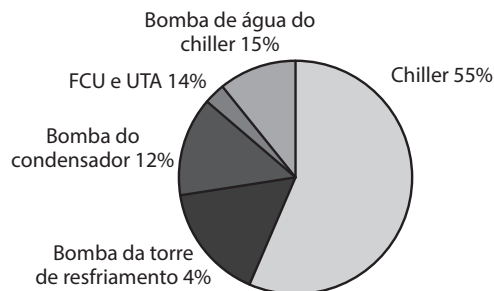
Comparação do consumo de energia do controle de temperatura:

Desvio esperado da temperatura ambiente:

MBV_ON/OFF	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$	=	22,5%
DPCV_ON/OFF	$\pm 1,0^{\circ}\text{C}$	=	15%
DPCV_modulante	$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$	=	8%
PICV_modulante	$\pm 0,0^{\circ}\text{C}$	=	0%

Cada desvio de 1°C causa um aumento de 12% a 18% no consumo de energia de todo o sistema de resfriamento. Para o cálculo, considera-se 15% para cada 1°C de desvio.

Interrupção do consumo de energia HVAC



O consumo de energia do chiller representa cerca de 55% do consumo total de energia do sistema de resfriamento. Considerando, como referência, o consumo de energia do chiller em 390 MWh, neste caso, todo o sistema de refrigeração consome 710 MWh de energia elétrica por temporada.

Figura 23

Consumo de energia adicional devido ao controle de temperatura ambiente

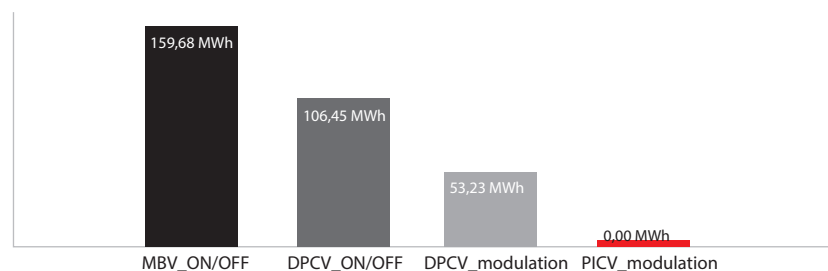


Figura 24

Comparativo:

	MBV_ON/OFF	DPCV_ON/OFF	DPCV_Modulante	PICV_Modulante
Consumo de energia				
Bombeamento	35 774,0 kWh	22 721,0 kWh	21 636,0 kWh	10 594,0 kWh
Consumo de energia do chiller	446 022,2 kWh	438 761,6 kWh	435 275,7 kWh	390 322,6 kWh
En. ad. controle de temperatura de uso	159 676 kWh	106 450,9 kWh	53 225,5 kWh	0,0 kWh
TOTAL	641 472,6 kWh	567 933,5 kWh	510 137,1 kWh	400 916,6 kWh

Custos do consumo de energia				
Bombeamento	5366,10 kWh	3408,15 kWh	3245 kWh	1589,1 kWh
Consumo de energia do chiller	66 903,33 kWh	65 814,24 kWh	65 291,35 kWh	58 548,4 kWh
Consumo de energia para controle da temperatura ambiente	23 951,45 kWh	15 967,64 kWh	7983,82 kWh	- kWh
TOTAL	96 220,89 kWh	85 190,02 kWh	76 520,57 kWh	60 137,50 kWh

Investimento				
Balanceamento do tubo de distribuição	€ 2239,2	-€	-€	-€
Balanceamento de tubulações ascendentes	€ 3141,8	-€	-€	-€
Balanceamento de ramais/verificação de vazão	€ 6522,0	27 894,0€	26 € 874,0	€ 6522,0
Unidade terminal	34 € 800,0	34 € 800,0	53 € 100,0	85 € 140,0
Termostato de ambiente	15 € 000,0	15 € 000,0	21 € 000,0	21 € 000,0
Sensor de dp remoto	-€	-€	-€	€ 2000,0
TOTAL	61 € 703,0	77 € 694,0	100 € 974,0	114 € 662,0

Tempo de amortização				
Custo da energia	96 € 220,89	85 € 190,02	76 € 520,57	60 € 137,50
Investimento	61 € 7703,00	77 € 694,00	100 € 974,00	114 € 662,00

Tempo de amortização com MBV_on/off		1,45 ano	1,99 ano	1,47 ano
Tempo de amortização com DPCV_on/off			2,69 ano	1,48 ano
Tempo de amortização com DPCV_modulante				0,8 ano

Aquecimento:

Consumo de energia da bomba

MBV_ON/OFF	controle da bomba de pressão diferencial constante
DPCV_ON/OFF	pressão proporcional, controle calculado
DPCV_modulante	pressão proporcional, controle calculado
PICV_modulante	pressão proporcional, controle medido

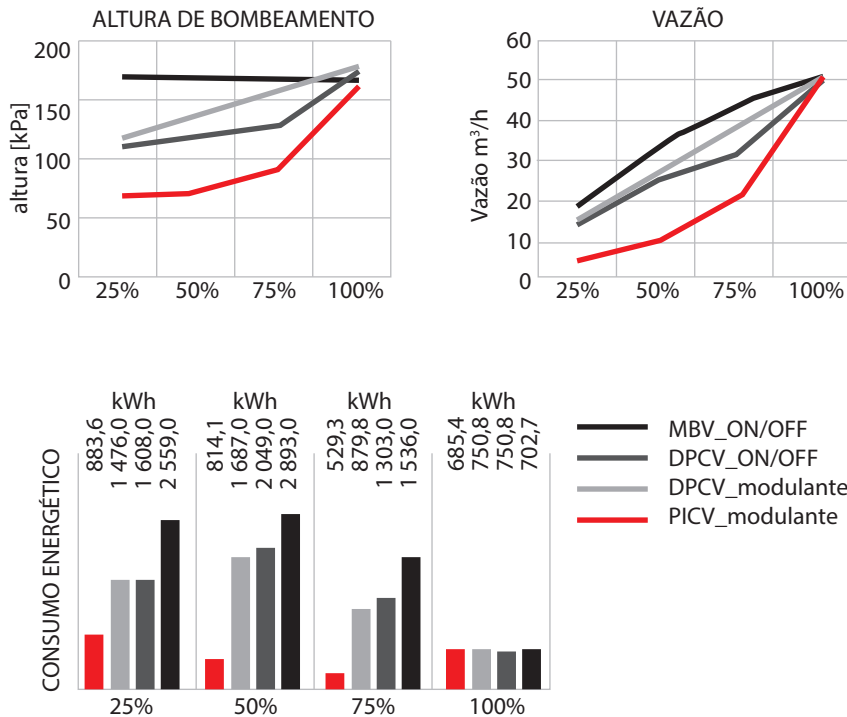
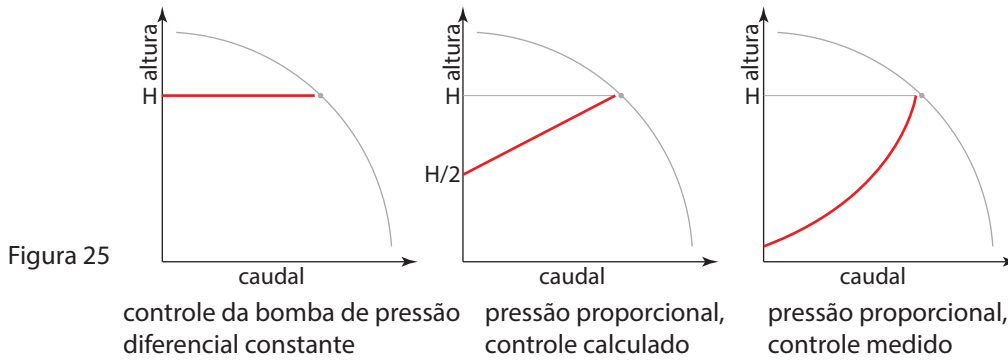


Figura 26

Comparação do consumo de energia da caldeira:

Condições de projeto:

Temperatura de fornecimento da água de aquecimento (constante): $T_{chw,impulsão} = 50^{\circ}\text{C}$

Temperatura de retorno da água de aquecimento (variável): $T_{chw,retorno} = 40^{\circ}\text{C}$

Projeto

Premissas:

$\Delta T_{chw} = 10\text{K}$

Se $\Delta T_{hw} < 10\text{K} \Rightarrow T_{hw,retorno} > 40^{\circ}\text{C}$, a eficiência da caldeira irá diminuir

se $\Delta T_{chw} > 10\text{K} \Rightarrow T_{hw,retorno} < 40^{\circ}\text{C}$, a eficiência da caldeira irá aumentar

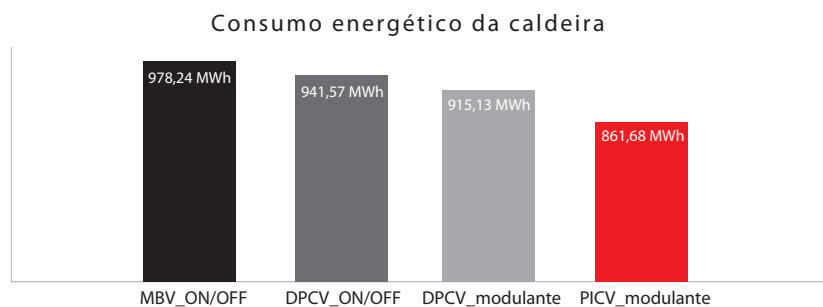


Figura 27

Comparação do consumo de energia do controle de temperatura:

Desvio esperado da temperatura ambiente:

MBV_ON/OFF	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$	=	9,75%
DPCV_ON/OFF	$\pm 1,0^{\circ}\text{C}$	=	6,5%
DPCV_modulante	$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$	=	3,25%
PICV_modulante	$\pm 0,0^{\circ}\text{C}$	=	0%

Cada desvio de 1°C eleva o consumo de energia de 5% a 8% por sistema de aquecimento completo. Para este cálculo, adotou-se 6,5%.

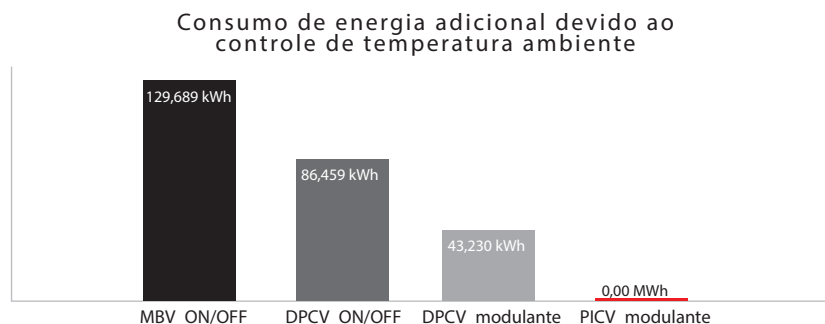


Figura 28

Tabela comparativa: sistema de quatro tubulações (resfriamento e aquecimento):

9.6

	MBV_ON/OFF	DPCV_ON/OFF	DPCV_Modulante	PICV_Modulante
Consumo de energia de aquecimento				
Bombeamento	7689,0 kWh	5711,0 kWh	4797,0 kWh	2912,0 kWh
Consumo de energia da caldeira	978 240,0 kWh	941 570,0 kWh	915 130,0 kWh	861 680,0 kWh
Consumo de energia devido ao desvio da temperatura ambiente	172 918,4 kWh	129 688,8 kWh	86 459,2 kWh	43 229,6 kWh
TOTAL	1 158 847,4 kWh	1 076 969,8 kWh	1 006 386,2 kWh	907 821,6 kWh

Custo de energia de aquecimento				
Bombeamento	€ 1153,35	€ 856,65	€ 719,55	€ 436,80
Consumo de energia da caldeira	28 € 171,06	27 € 115,05	26 € 353,64	24 € 814,40
Consumo de energia para controle da temperatura ambiente	€ 4979,65	€ 3734,74	€ 2489,83	€ 1244,91
TOTAL	34 € 304,06	31 € 706,44	29 € 563,01	26 € 496,11

Consumo de energia de resfriamento				
Bombeamento	35 774,0 kWh	22 721,0 kWh	21 636,0 kWh	10 594,0 kWh
Consumo de energia do chiller	446 022,2 kWh	438 761,6 kWh	435 275,7 kWh	390 322,6 kWh
Consumo de energia devido ao desvio da temperatura ambiente	6522,0 kWh	106 450,9 kWh	53 225,5 kWh	0,0 kWh
TOTAL	61 703,0 kWh	567 933,5 kWh	510 137,1 kWh	400 916,6 kWh

Custo da energia de resfriamento				
Bomba	€ 5366,10	€ 3408,15	€ 3245,40	€ 1589,10
Consumo de energia do chiller	66 € 903,33	65 € 814	65 € 291,35	58 € 548,40
Consumo de energia para controle da temperatura ambiente	23 € 951,45	15 € 967,64	€ 7983,82	- €
TOTAL	96 € 220,89	85 € 190	76 € 520	60 € 137,50

Investimento, aquecimento				
Balanceamento do tubo de distribuição	€ 919,20	- €	- €	- €
Balanceamento das tubulações ascendentes	€ 971,80	- €	- €	- €
Balanceamento de ramais/verificação de vazão	€ 2997,00	€ 8019,00	€ 8019,00	€ 2997,00
Unidade terminal	34 € 800	34 € 800,00	53 € 100,00	85 € 140,00
Termostato de ambiente	1 para resfriamento e aquecimento	1 para resfriamento e aquecimento	1 para resfriamento e aquecimento	1 para resfriamento e aquecimento
Sensores Δp remotos	- €	- €	- €	€ 2000,00
TOTAL	39 € 688,00	42 € 819,00	61 € 119,00	90 € 137,00

Investimento em resfriamento				
Balanceamento do tubo de distribuição	€ 2239,20	- €	- €	- €
Balanceamento das tubulações ascendentes	€ 3141,80	- €	- €	- €
Balanceamento de ramais/verificação de vazão	€ 6522,00	27 € 894,00	26 € 874,00	€ 6522,00
Unidade terminal	34 € 800,00	34 € 800,00	53 € 100,00	85 € 140,00
Termostato de ambiente	15 € 000,00	15 € 000,00	21 € 000,00	21 € 00,00
Sensores Δp remotos	- €	- €	- €	€ 2000,00
TOTAL	661 € 703,00	77 € 694,00	100 € 974,00	114 € 662,00

Tempo de amortização				
Custo de energia AQUECIMENTO	34 € 304,06	31 € 706,44	29 € 563,01	26 € 496,11
Custo de energia RESFRIAMENTO	96 € 220,89	85 € 190,02	76 € 520,57	60 € 137,50
Investimento AQUECIMENTO	39 € 688,00	42 € 819,00	61 119,00	90 € 137,00
Investimento RESFRIAMENTO	61 € 703,00	77 € 694,00	100 € 974,00	114 € 662,00
Total	231 € 915,95	237 € 409,46	268 € 176,58	291 € 432,61

Tempo de amortização com MBV_on/off	1,40 ano	2,48 ano	2,36 ano
Tempo de amortização com DPCV_on/off		3,85 ano	2,79 ano
Tempo de amortização com DPCV_modulante			2,2 ano









Notas

Visão geral dos produtos











Aqui é fornecida uma rápida visão geral de todos os produtos Danfoss usados nas aplicações HVAC descritas.

PICV: válvulas de controle independentes da pressão PICV sem atuadores: limitador automático de vazão PICV com atuadores: válvulas de controle independentes da pressão, com função de balanceamento





Ilustração	Nome	Descrição	Tamanho (mm)	Vazão (m³/h)	Link ativo para ficha técnica	Comentários
	AB-QM	Válvula de controle independente da pressão, com ou sem portas de teste; pequeno porte, combinações para unidades térmicas	De 15 a 32	De 0,02 a 4		Combinado com um atuador, garante um alto nível de qualidade. Característica de controle: isopercentual ou linear
	AB-QM	Válvula de controle independente da pressão, com portas de teste; médio porte, combinações para unidades de tratamento de ar	De 40 a 100	De 3 a 59		Combinado com atuador, garante controle de vazão de alta qualidade: Característica de controle isopercentual
	AB-QM	Válvula de controle independente da pressão, com portas de teste; grande porte, combinações para chillers	De 125 a 150	De 36 a 190		Combinado com um atuador, garante um alto nível de qualidade. Característica de controle isopercentual
	AB-QM	Válvula de controle independente da pressão, com portas de teste; porte extra grande, combinações para refrigeração distrital	De 200 a 250	De 80 a 370		Combinado com um atuador, garante um alto nível de qualidade. Característica de controle isopercentual

Atuadores para válvulas AB-QM



Ilustração	Nome	Descrição	Uso com	Sinal de controle	Link ativo para ficha técnica	Comentários
	TWA-Q	Atuador térmico com fonte de energia de 24 e 230 V CA/CC e indicador visual de posição. Velocidade 30 s/mm	Válvulas AB-QM Tamanho S; dn 10-32	on/off; (PWM)		IP54, comprimento do cabo 1,2/2/5 m
	AMI 140	Atuador mecânico com fonte de energia de 24 e 230 V CA, indicador de posição. Velocidade 12 s/mm	Válvulas AB-QM Tamanho S; dn 15-32	on-off		IP42, comprimento do cabo 1,5/5 m
	ABNM	Atuador térmico com fonte de energia de 24 V CA/CC e indicador visual de posição. Velocidade 30 s/mm	Válvulas AB-QM Tamanho S; dn 15-32	0-10 V		IP54, comprimento do cabo 1/5/10 m; característica isopercentual ou linear
	AMV 110/ 120 NL	Atuador mecânico com fonte de energia de 24 V CA, indicador de posição. Velocidade 24/12 s/mm	Válvulas AB-QM Tamanho S; dn 15-32	3 Pontos		IP42, comprimento do cabo 1,5/5/10 m, característica isopercentual ou linear

	AME 110/ 120 NL (X)	Atuador mecânico com fonte de energia de 24 V CA, indicador de posição. Velocidade 24/12 s/mm	Válvulas AB-QM tamanho S; dn 15-32	0-10 V; 4-20 mA		IP42, comprimento do cabo 1,5/5/10 m sinal x, característica isopercentual ou linear
	NovoCon S	Atuador digital com motor de passos, fonte de energia de 24 V CA/CC, possível integração com BMS. Velocidade 24/12/6/3 s/mm	Válvulas AB-QM tamanho S; dn 15-32	BACnet; Modbus; 0-10 V; 4-20 mA		IP 54, comprimento do cabo 1,5/5/10 m, comprimento do cabo tipo daisy chain 0,5/1,5/5/10 m, característica isopercentual ou linear
	AMV 435	Atuador mecânico push-pull com fonte de energia de 24 e 230 V CA, operação manual e indicação com LEDs. Velocidade 15/7,5 s/mm	Válvulas AB-QM tamanho M; dn 40-100	3 pontos		IP54, push/pull
	AME 435 QM	Atuador mecânico push/pull com fonte de energia de 24 V CA/CC, operação manual e indicação com LEDs. Velocidade 15/7,5 s/mm	Válvulas AB-QM tamanho M; dn 40-100	0-10 V; 4-20 mA		IP 54, push/pull, sinal x, característica isopercentual ou linear
	NOVOCON M	Atuador digital com motor de passos, fonte de energia de 24 V CA/CC, possível integração com BMS. Velocidade 24/12/6/3 s/mm	Válvulas AB-QM tamanho M; dn 40-100	BACnet; Modbus; 0-10 V; 4-20 mA		IP 54, push/pull, característica isopercentual ou linear, 3 sensores de temperatura; 1 entrada analógica; 1 saída analógica
	AME 655/658*	Atuador mecânico com fonte de energia de 24 V CA/CC e certificação UL. Velocidade 6/2(4*)	Válvulas AB-QM, tamanho L; dn 125-150	0-10 V; 4-20 mA; 3 pontos		IP 54, push/pull, sinal x, característica isopercentual ou linear, funções de segurança, mola para cima/mola para baixo
	AME 55 QM	Atuador mecânico com fonte de energia de 24 V CA, indicador de posição. Velocidade 8 s/mm	Válvulas AB-QM tamanho L; dn 125-150	0-10 V; 4-20 mA; 3 pontos		IP 54, push/pull, sinal x, característica isopercentual ou linear
	NOVOCON L	Atuador digital com motor de passos, fonte de energia de 24 V CA/CC, possível integração com BMS. Velocidade 24/12/6/3 s/mm	AB-QM válvulas tamanho L; dn 125-150	BACnet; Modbus; 0-10 V; 4-20 mA		IP 54, push/pull, característica isopercentual ou linear, 3 sensores de temperatura; 1 entrada analógica; 1 saída analógica; Mola para cima / Mola para baixo
	AME 685	Atuador mecânico com fonte de energia de 24 V CA/CC e certificação UL. Velocidade 6/3 s/mm	Válvulas AB-QM NovoCon, tamanho XL; dn 200-250	0-10 V; 4-20 mA; 3 pontos		IP 54, push/pull, sinal x, característica isopercentual ou linear
	NOVOCON XL	Atuador digital com motor de passos, fonte de energia de 24 V CA/CC, possível integração com BMS. Velocidade 24/12/6/3 s/mm	Válvulas AB-QM NovoCon, tamanho XL; dn 200-250	BACnet; Modbus; 0-10 V; 4-20 mA		IP 54, push/pull, característica isopercentual ou linear, 3 sensores de ; 1 temperatura; 1 entrada analógica; 1 saída analógica;









Controlador eletrônico e automático para AB-QM; acessórios para sistemas de tubo único

Ilustração	Nome	Descrição	Tamanho (mm)	Faixa de ajuste	Link ativo para ficha técnica	Comentários
	CCR3+	Controlador de temperatura de retorno, registro de temperatura. Controle eletrônico	-	-		Controle de temperatura programável, armazenagem de dados, TPC/IP, Wi-Fi, BMS
	QT	Atuador termostático automático, controlador da temperatura de retorno. Controle proporcional	DN 15-32	35-50°C 45-60°C 65-85°C		Suporte do sensor e pasta térmica condutora incluídos

Válvula de comutação
Solução de comutação

Ilustração	Nome	Descrição	Tamanho (mm)	Kvs (m³/h)	Link ativo para ficha técnica	Comentários
	Válvula ChangeOver 6	Válvula globo motorizada de 6 portas para comutação local entre aquecimento e resfriamento	De 15 a 20	De 2,4 a 4,0		Válvula de comutação entre os modos de aquecimento e resfriamento em um sistema de quatro tubulações, com uma unidade terminal de duas tubulações. Não é adequada para controle

Atuadores de comutação

Ilustração	Nome	Descrição	Uso com	Sinal de controle	Link ativo para ficha técnica	Comentários
	Atuador, Change Over 6	Atuador rotativo, controle de 2 pontos, fonte de energia 24 V CA Velocidade 80 s/mm	Válvula Change Over 6	0-10 V		Conectado ao sistema de controle para garantir a comutação entre aquecimento e resfriamento
	Atuador, NovoCon Change Over 6	Atuador rotativo, controle de 2 pontos, fonte de energia via NovoCon. Velocidade 120 s/mm	Válvula Change Over 6	0-10V com NovoCon®		Conectado a NovoCon com cabo conectável
	Atuador NovoCon Change Over 6 Energy	Atuador rotativo, controle de 2 pontos, fonte de energia via NovoCon, 2 sensores de temperatura. Velocidade 120 s/mm	Válvula Change Over 6	0-10V com NovoCon®		Conectado ao NovoCon com cabo conectável; inclui sensores de temperatura 2*PT1000 integrados
	Atuador NovoCon Change Over 6 Flexível	Atuador rotativo, controle de 2 pontos, fonte de energia via NovoCon, cabo E/S. Velocidade 120 s/mm	Válvula Change Over 6	0-10V com NovoCon®		Conectado ao NovoCon com cabo conectável; inclui cabo de E/S integrado para conexão de dispositivos periféricos







DBV: Válvulas de balanceamento dinâmico DPCV: Controlador de pressão diferencial







Ilustração	Nome	Descrição	Tamanho (mm)	Kvs (m ³ /h)	Link ativo para ficha técnica	Comentários
	ASV-P	Controlador de pressão diferencial para a tubulação de retorno, com ajuste de pressão fixo de 10 kPa	De 15 a 40	De 1,6 a 10		Possibilidade de fechamento e drenagem integrados
	ASV-PV	Controlador de pressão diferencial para a tubulação de retorno, com pressão ajustável de 5-25 ou 20-60 kPa	De 15 a 50	De 1,6 a 16		Possibilidade de fechamento e drenagem integrados, faixa de Δp elevável
	ASV-M	Válvula de montagem em tubulação de vazão, conexão de tubo de fornecimento, função de fechamento	De 15 a 50	De 1,6 a 16		Usado em conjunto com ASV-P ou PV, principalmente para função de fechamento
	ASV-I	Conexão do tubo de fornecimento da válvula de montagem em tubulação de vazão, pré-ajuste, possibilidade de medição, função de fechamento	De 15 a 50	De 1,6 a 16		Usado juntamente com a válvula ASV-PV, principalmente para a função de limitação de vazão
	ASV-BD	Conexão do tubo de fornecimento da válvula de montagem em tubulação de vazão, pré-ajuste, possibilidade de medição, função de fechamento	De 15 a 50	De 3 a 40		Usado em conjunto com ASV/P ou PV, grande capacidade, medição, função de fechamento
	ASV-PV	Controlador de pressão diferencial com pressão ajustável de 20-40, 35-75 ou 60-100 kPa	De 50 a 100	De 20 a 76		Usado com MSV-F2 na tubulação de fornecimento, para limitar a vazão de fechamento e conectar o tubo de fornecimento
	AB-PM	Balanceamento independente da pressão e da válvula de zona	De 10 a 32	De 0,02 a 2,4 $\Delta p = 10/20Pa$		A capacidade máxima de vazão depende da demanda de Δp do circuito controlado
	AB-PM	Controlador de pressão diferencial com faixa de Δp ajustável e válvula de zona	De 40 a 100	De 3 a 14 Δp do chiller = 60 kPa		A capacidade máxima de vazão depende da demanda de Δp do circuito controlado, faixa de ajuste de Δp entre 40 e 100 kPa

MBV: válvulas de balanceamento manual

Ilustração	Nome	Descrição	Tamanho (mm)	Kvs (m ³ /h)	Link ativo para ficha técnica	Comentários
	USV-I	Conexão do tubo de fornecimento, pré-ajuste, drenagem, possibilidade de medição, função de fechamento	De 15 a 50	De 1,6 a 16		Usado juntamente com válvulas ASV-PV, principalmente para a função limitadora de vazão
	USV-M	Válvula de montagem em tubulação de retorno, função de fechamento com recurso de drenagem, corpo de válvula em latão normal, atualizável para controlador de Δp com kit de diafragma	De 15 a 50	De 1,6 a 16		Atualizável para controlador de pressão diferencial (para DN15-DN40)
	MSV-BD	Pré-ajuste, com conector de teste, corpo de válvula DZR, função de fechamento e drenagem	De 15 a 50	De 2,5 a 40		Válvula Kvs extra grande, construção unidirecional, estação de medição rotativa de alta precisão
	MSV-B	Pré-ajuste, com conector de teste, corpo de válvula DZR, função de fechamento	De 15 a 50	De 2,5 a 40		Válvula Kvs extra grande, construção unidirecional, alta precisão
	MSV-O	Pré-ajuste, com conector de teste, corpo de válvula DZR, função de fechamento e orifício fixo	De 15 a 50	De 0,63 a 38		Válvula Kvs extra grande, estação de medição rotativa de alta precisão
	MSV-S	Válvula de corte, corpo DZR	De 15 a 50	De 3 a 40		Válvula Kvs extra grande, recurso de fechamento, grande capacidade de drenagem
	MSV-F2	Pré-ajuste, com conector de teste, corpo de válvula GG-25, função de fechamento	De 15 a 400	De 3,1 a 2585		Versão PN 25 disponível
	PFM 1000	Dispositivo de medição para válvula de balanceamento manual e solução de problemas	-	-		Comunicação Bluetooth via aplicação para aplicativo Danfoss para smartphone (iOs/Android)

MCV: válvulas de zona, válvulas de controle motorizadas

Ilustração	Nome	Descrição	Tamanho (mm)	Kvs (m ³ /h)	Link ativo para ficha técnica	Comentários
	RA-HC	Válvula de pré-ajuste (14 unid.) no controle de zona ou controle automático de temperatura ambiente, com cabeçote termostático	De 15 a 25	De 2,8 a 5,5		Aplicação recomendada com controlador de Δp central
	VZL-2/3/4	Válvula de serpentina de ventilador, no controle de zona, com característica de controle linear	De 15 a 20	De 0,25 a 3,5		Válvula de pequeno curso aplicável com atuador térmico ou de engrenagens
	VZ-2/3/4	Válvula de zona para fan coil, para controle de 3 pontos ou modulante, controle proporcional com característica de válvula de igual porcentagem	De 15 a 20	De 0,25 a 3,5 (A-AB) De 0,25 a 2,5 (B-AB)		Válvula de curso isopercentual: controle preciso









	AMZ 112/113	Válvula globo de controle com controlador de zona e alto valor de Kvs	De 15 a 50 De 15 a 25	De 17 a 290 De 3,8 a 11,6		Com acionamento por engrenagem integrado
	VRB-2/3	Válvula tradicional de controle linear ou isopercentual	De 15 a 50	De 0,63 a 40		Conexão com rosca interna e externa, alta relação de controle, alívio de pressão
	VF-2/3	Válvula tradicional de controle linear ou isopercentual	De 15 a 150	De 0,63 a 320		Alta relação de controle

Atuadores para válvulas MCV









Ilustração	Nome	Descrição	Uso com	Sinal de controle	Link ativo para ficha técnica	Comentários
	TWA-A TWA-ZL	Atuador térmico com fonte de energia de 24 e 230 V, indicador visual de posição. Velocidade 30 s/mm	RA-N, RA-HC; VZL	on/off, (PWM)		Disponível nas versões NF e NA, força de fechamento de 90 N
	ABNM, ABNM-Z	Atuador térmico com fonte de energia de 24 V, indicador visual de posição Velocidade 30 s/mm	RA-N, RA-HC; VZL	0-10 V		Movimento de curso LOG ou LIN; somente a versão NF está disponível com força de fechamento de 100 N
	AMI 140	Atuador mecânico com fonte de energia de 24 e 230 V, indicador de posição Velocidade 12/24 s/mm	VZ; VZL	3 pontos, 0-10 V		Força de fechamento de 200 N, acionamento manual
	AMV/E-H 130, 140	Atuador mecânico com fonte de energia de 24 e 230 V, operação manual Velocidade 14/15 s/mm	VZ; VZL	3 pontos, 0-10 V		Força de fechamento de 200 N, força de desconexão na posição inferior da haste
	AMV/E 435	Atuador mecânico tipo push-pull com fonte de energia de 24 ou 230 V. Velocidade 7/14 s/mm	VRB, VF	3 pontos, 0-10 V		Versão de 230 V apenas no atuador de 3 pontos, algoritmo anti-oscilação integrado
	AMV/E 25 SD/SD	Mola do atuador mecânico push-pull UP/DOWN, com fonte de energia de 24 e 230 V. Velocidade 11/15 s/mm	VRB, VF	3 pontos, 0-10 V		Mola para baixo: proteção contra superaquecimento; mola para cima: proteção anticongelamento
	AMV/E 55/56	Atuador mecânico tipo push-pull com fonte de energia de 24 ou 230 V. Velocidade 8/4 s/mm	VF	3 pontos, 0-10 V		Versão de 230 V apenas no atuador de 3 pontos
	AMV/E 85/86	Atuador mecânico tipo push-pull com fonte de energia de 24 ou 230 V. Velocidade 8/3 s/mm	VF	3 pontos, 0-10 V		Versão de 230 V apenas no atuador de 3 pontos
	AMZ 112/113	Atuador de aquecimento central de 2 pontos com fonte de energia de 24 ou 230 V. Velocidade 30 s/mm	AMZ	ON/OFF		90° de rotação; interruptor AUX

TRV: válvulas termostáticas de radiador; BIV: válvulas integradas; Válvulas de retenção RLV:

Ilustração	Nome	Descrição	Tamanho (mm)	Kvs (m ³ /h)	Link ativo para ficha técnica	Comentários
	RA-N	Válvula de pré-ajuste (14 unid.) no controle de zona ou controle automático de temperatura ambiente, com cabeçote termostático	De 10 a 25	De 0,65 a 1,4		Aplicação recomendada com controlador de Δp central.
	RA-UN	Válvula de pré-ajuste de baixa vazão (14 unid.) no controle de zona ou controle automático da temperatura ambiente, com cabeçote termostática	De 10 a 20	0,57		Aplicação recomendada com controlador de Δp central
	RA-DV	Válvula de pré-ajuste independente da pressão (14 uds.) no controle de zona ou controle automático da temperatura ambiente, com cabeçote termostática	De 10 a 20	Vazão máxima 135 litros por hora		Aplicação recomendada com Δp central entre 10 e 60 kPa
	RA-G	Válvula de grande capacidade para sistemas de um só tubo	De 10 a 25	De 2,3 a 4,58		Use a ferramenta Optimal 1 para obter melhores resultados de balanceamento
	RA-FS	Válvula bidirecional especial para o mercado britânico, na qual pode-ser girar o eixo para o sentido oposto	15	0,73		As válvulas RA-FS devem ser usadas somente com sensores RAS-C2 ou RAS-D. Conexões de cobre de 15, 10 e 8 mm
	RA-KE RA-KEW	Conjuntos de coletores para sistema de um só tubo	Radiador 15 sistema 20 Radiador 15 sistema 20	2,5		Capacidade do conjunto do coletor Desvio através do radiador: 35%. Δp máx. = 30-35 kPa.
	RA-N	Válvula de vazão normal integrada, com pré-ajuste de 7 passos	15, 20, M18, M22,	0,95		A válvula integrada tipo RA-N foi projetada para integração em convectores de diferentes fabricantes de radiadores
	RA-UN	Válvula de baixa vazão integrada, com pré-ajuste de 7 passos	15	0,74		A válvula integrada tipo RA-U foi projetada para integração em convectores de diferentes fabricantes de radiadores
	RLV-S	Protetor padrão, niquelado	10,15, 20	De 1,5 a 2,2		Deve ser instalado no lado de retorno do radiador. Pré-ajuste possível na válvula de retenção

	RLV	Válvula de retenção com função de drenagem	10,15, 20	De 1,8 a 3		Deve ser instalado no lado de retorno do radiador. Pré-ajuste possível na válvula de retenção
	RLV-K	Peça em H padrão com dispositivo de drenagem, para sistemas de 1 e 2 tubos	De 10 a 20	1,4		O pré-ajuste deve ser feito com a válvula integrada. Recurso de drenagem na peça 'H'
	RLV-KS	Peça 'H' padrão com fechamento Para radiadores com válvulas integradas	De 10 a 20	1,3		O pré-ajuste deve ser feito com a válvula integrada. Função de fechamento na peça 'H'
	RLV-KDV	Válvula 'H' dinâmica, independente da pressão. Para radiadores com válvulas integradas	De 10 a 20	Vazão máxima 159 litros por hora		O pré-ajuste deve ser feito com a válvula integrada. Recurso de drenagem na peça 'H'

Sensores para TRV

Ilustração	Nome	Descrição	Tipo	Tempo de resposta	Link ativo para ficha técnica	Comentários
	RA 2000	Montagem por meio do sistema SNAP. Faixa de temp. 7-28°C	Gás	Com sensor integrado = 12 min. Com sensor remoto = 8 min.		Função de desligamento positivo, limitação de temperatura, proteção anticongelamento, sensor remoto disponível, proteção antifurto
	RA 2920	Antimanipulação. Para uso em empresas, etc. Faixa de temperaturas 7-28°C	Gás	Com sensor integrado = 12 min. Com sensor remoto = 8 min.		Limitação de temperatura, proteção anticongelamento, versão +16°C, sensor remoto disponível, proteção antifurto
	RAE	Montagem por meio do sistema SNAP. Conector branco. Faixa de temp. 8-28°C	Líquido	Com sensor integrado = 22 min. Com sensor remoto = 18 min.		Função de desligamento positivo, limitação de temperatura, proteção anticongelamento, versão +16°C, sensor remoto disponível, proteção antifurto
	RAW	Montagem pelo sistema SNAP Conector branco Faixa de temp. 8-28 °C	Líquido	Com sensor integrado = 22 min. Com sensor remoto = 18 min.		Função de desligamento positivo, limitação de temperatura, proteção anticongelamento, versão +16°C, sensor remoto disponível, proteção antifurto

CAQS: controladores de água quente sanitária

Ilustração	Nome	Descrição	Tamanho [mm]	Kvs (m³/h)	Função	Link ativo para ficha técnica	Comentários
	MTCV-A	Válvula de circulação termostática multifuncional para AQS	De 15 a 20	De 1,5 a 1,8	Limitação da temperatura de retorno		Temp. de 35 a 60°C, corpo da válvula RG5, temperatura máx. de vazão 100°C
	MTCV-B	Válvula de circulação de ACS termostática multifuncional com módulo de desinfecção automático de temperatura	De 15 a 20	De 1,5 a 1,8	Limitação de temperatura de retorno e desinfecção térmica		Derivação integrada para iniciar o processo de desinfecção térmica
 	MTCV-C CON CCR2+	Válvula de circulação termostática multifuncional com controlador de processo de desinfecção e registrador eletrônico de temperatura. Fonte de energia de 24 VCC	De 15 a 20	De 1,5 a 1,8	Limitação de temperatura de retorno, controle eletrônico para desinfecção		Processo de desinfecção programável, armazenagem de dados, TPC/IP, Wi-Fi, BMS
	TWA-A	Atuador térmico com fonte de energia de 24V, indicador visual de posição	-	-	Controle ON/OFF de desinfecção		Disponível nas versões NF e NA, força de fechamento de 90 N
	ESMB ESM-11	Sensores de temperatura	-	-	Registro de temperatura, início de desinfecção		PT 1000, mais sensores estão disponíveis, em diferentes formatos
	TVM-W	Válvula de combinação de temperaturas	De 20 a 25	De 2,1 a 3,3	Limitação de temperatura de consumo:		Sensor de temperatura integrado, rosca externa
	TVM-H	Válvula de combinação de temperaturas para aplicações de aquecimento	De 20 a 25	De 1,9 a 3,0	Combinação de temperaturas		Sensor de temperatura integrado, rosca externa

Equipamento adicional



Ilustração	Nome	Descrição	Tomadas (uds.)	P _{máx} (bar)	Link ativo para ficha técnica	Comentários
	FHF	Coletores para sistemas de aquecimento por piso radiante, com desligamento individual no suprimento e válvulas de pré-ajuste Danfoss integradas no retorno	De 2+2 a 12+12	10 (sem fluxímetro) 16 (com fluxímetro)		Aeração nas peças finais; Vazão T _{MÁX} - 900C



Ilustração	Nome	Descrição	Fonte de calor	Link ativo para ficha técnica	Comentários
	EvoFlat	Os sistemas EvoFlat são compatíveis com praticamente qualquer tipo de infraestrutura de suprimento de calor e não dependem do tipo de energia utilizada	Caldeiras de condensação; subestações; biomassa; bombas de calor (todas as fontes de calor)		Preparação de AQS; independente da fonte de calor



Ilustração	Nome	Descrição	Tamanho (mm)	Kvs (m ³ /h)	Link ativo para ficha técnica	Comentários
	AVTA	As válvulas termostáticas de água são usadas na regulação proporcional da vazão de um sistema, de acordo com a configuração e a temperatura do sensor	10-25	De 1,4 a 5,5		Autoacionamento; vMáx. Δp = 10 bar; Faixa média de temperaturas: -25 a 130°C Etilenoglicol até 40%



Ilustração	Nome	Descrição	Tamanho (mm) Tomadas [uds.]	Vazão nominal (m ³ /h)	Link ativo para ficha técnica	Comentários
	Sono Meters	Medidores de energia ultrassônicos e compactos, projetados para medir o consumo de energia em aplicações de aquecimento e resfriamento, para fins de faturamento	De 20 a 100	De 0,6 a 60		Faixa de temperaturas de 5 a 130°C, PN 16 o 25 bar; IP65; M-Bus

Ilustração	Nome	Link ativo para ficha técnica
	Variador VLT® HVAC Drive FC102	

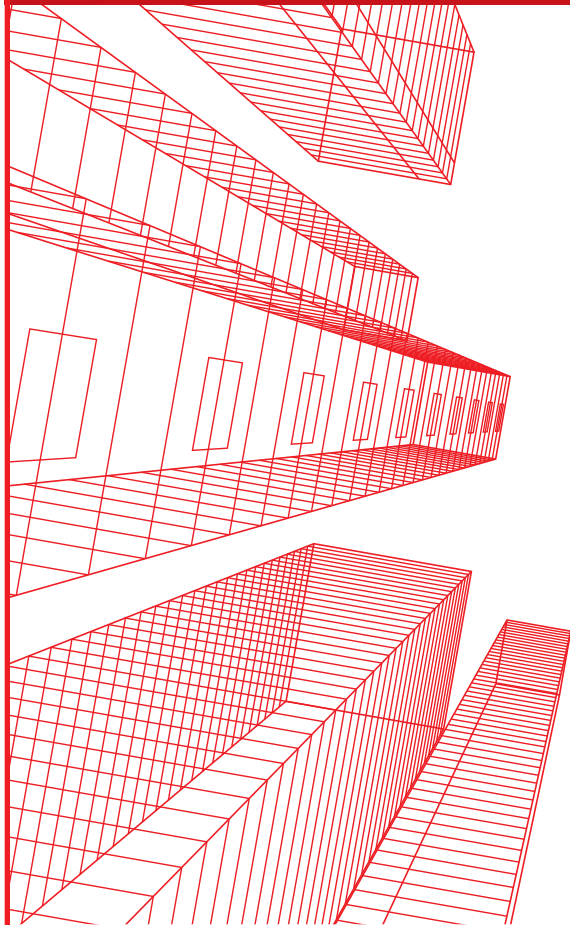
Notas

Notas

Simplifique seu trabalho de projeto com o Design Support Center

O Design Support Center (DSC) da Danfoss oferece um serviço completo de suporte profissional e pessoal aos projetistas de HVAC.

Auxiliamos os projetistas a especificar projetos com uma solução otimizada da Danfoss em termos de rentabilidade e eficiência energética.



Tipo de suporte	Explicação
CÁLCULO DE ECONOMIA DE ENERGIA	Cálculo do potencial para se poupar energia em partes individuais do sistema (bombas, chillers, etc.) ou em todo o sistema
ANÁLISE HIDRÁULICA	Cálculos hidráulicos detalhados, cálculo das bombas, designação de sensores de Δp , análise do dimensionamento da tubulação, cálculo do sistema de água quente sanitária (circulação)
SUPORTE	Cálculos hidráulicos simples e dimensionamento de válvulas, aquecimento por piso radiante e cálculo hidráulico de subestação
VERIFICAÇÃO	Verificação das dimensões e do uso adequado de nossos equipamentos em projetos

Precisa de nossa ajuda? Entre em contato com seu representante local da Danfoss.

Danfoss do Brasil

danfoss.com.br | 0800 87 87 847 | sac.brasil@danfoss.com

Qualquer informação, incluindo, entre outras, informações sobre seleção de produtos, seu aplicação ou uso, projeto de produtos, peso, dimensões, capacidade ou quaisquer outros dados técnicos contidos em manuais de produtos, descrições de catálogos, anúncios, etc., quer sejam oferecidos por escrito, oralmente, eletronicamente, on-line ou por download, é considerada como informação de caráter informativo e só será vinculativa quando tal informação for explicitamente mencionada em uma cotação ou confirmação de pedido.

A Danfoss não se responsabiliza por possíveis erros que possam ocorrer em seus catálogos, folhetos, vídeos e outros materiais.

A Danfoss reserva-se o direito de modificar seus produtos sem prévio aviso. Isto também se aplica a produtos solicitados mas não entregues, desde que tais alterações possam ser feitas sem alterações de forma, ajuste ou função do produto.

Todas as marcas registradas incluídas neste material são de propriedade da Danfoss A/S ou de empresas do grupo Danfoss. Danfoss e o logotipo da Danfoss são marcas comerciais da Danfoss A/S.

Todos os direitos reservados.