

MANUAL

**VÁLVULAS DE EXPANSÃO PARA  
INSTALAÇÕES FRIGORÍFICAS**

---



# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| Válvulas de expansão termostáticas série 22 | 07 |
| Válvulas de expansão com solenoide pwm      | 17 |

---

## DA QUALIDADE, O DESENVOLVIMENTO NATURAL

Quando atingiu cinquenta anos de atividade no setor de componentes para refrigeração e condicionamento de ar, a CASTEL se estabeleceu em todo o mundo como uma produtora de componentes de qualidade. A qualidade que é resultado de uma filosofia empresarial, que marca cada fase do ciclo de produção, é testemunhada tanto pela Certificação do Sistema de Qualidade Empresarial, ratificada pela ICIM em conformidade com a norma UNI EN ISO 9001:2008, quanto pelas variadas certificações do produto, em conformidade com as Diretrizes Europeias e Marcas de Qualidade europeias e extraeuropeias. A qualidade do produto é acompanhada pela qualidade do trabalho, realizado utilizando maquinários e instalações de elevado conteúdo tecnológico, dotado dos padrões de segurança e do cuidado ambiental solicitados pela legislação vigente. A CASTEL oferece aos operadores dos setores de refrigeração e condicionamento de ar e às indústrias construtoras, produtos inspecionados para o emprego com os fluidos frigoríficos HCFC e HFC atualmente em uso no mercado do frio.





## Retenção em relação ao exterior

Todos os produtos listados no presente Manual são submetidos individualmente, além de testes funcionais orientados, a testes de vedação sob pressão. A taxa de perda admitida para o exterior, e verificada durante os testes, está de acordo ao previsto no parágrafo 9.4 da norma EN 12284:2003:

*“Durante o teste, não devem formar-se bolhas por um período de pelo menos um minuto, quando a amostra é imersa em água com uma baixa tensão superficial...”*

## Resistência à pressão

Todos os produtos listados no presente Manual, se submetidos ao teste hidrostático, garantem uma resistência à pressão de pelo menos 1,43 x PS de acordo com o previsto pela Diretriz 97/23/CE.

Todos os produtos listados no presente Manual, se submetidos ao teste de explosão, garantem uma resistência à pressão de pelo menos 3 x PS de acordo com o previsto pela Diretriz EN 378-2:2008.

## Pesos

Os pesos dos produtos indicados no presente Manual devem ser considerados completos com a embalagem e não são vinculantes para a empresa.

## Garantia

Todos os produtos Castel são garantidos por um período de 12 meses. A garantia é relativa a todos os produtos, ou parte deles, que resultem defeituosos dentro do período da própria garantia. O cliente deverá, neste caso, sob suas despesas, enviar os materiais individualmente com uma descrição detalhada dos defeitos encontrados. A garantia não é reconhecida quando os defeitos dos produtos da Castel são resultantes de erros do cliente ou de terceiros, como: Instalações incorretas, uso contrário às indicações fornecidas pela Castel, alterações.

Para eventuais defeitos ou vícios dos próprios produtos, a Castel se empenha na substituição pura e simples dos mesmos, sem reconhecer, em nenhum caso, direitos a reembolso por danos de qualquer espécie.

As características técnicas descritas neste catálogo são indicativas. A Castel reserva-se o direito de fazer alterações ou modificações nos próprios produtos sem aviso prévio e a qualquer momento.

Os produtos listados no presente manual são tutelados pelas normas de lei.



# VÁLVULAS DE EXPANSÃO TERMOSTÁTICAS SÉRIE 22



## APLICAÇÃO

As válvulas de expansão termostáticas Castel série 22 regulam o fluxo de líquido refrigerante no interior dos evaporadores; a injeção de líquido é controlada pelo superaquecimento do refrigerante.

A nova série "22" da Castel foi projetada para trabalhar com o grupo de orifício intercambiável, para garantir a flexibilidade na escolha da potencialidade e pode ser utilizada em uma ampla variedade de aplicações, como listado a seguir:

- Sistemas de refrigeração (expositores para supermercados, bancos frigoríficos, máquinas para sorvete e produtores de gelo, transportes refrigerados, etc.)
- Sistemas para ar condicionado
- Sistemas com bomba de calor
- Chiller

que usem os seguintes fluidos refrigerantes: R22, R134a, R404A, R407C; R507 pertencentes ao Grupo II (assim como definido no Artigo 9, Ponto 2.2 da Diretriz 97/23/CE, com referência à Diretriz 67/548/CEE).

## FUNCIONAMENTO

As válvulas de expansão termostáticas da Castel agem como dispositivos de laminação entre o lado de alta pressão e o lado de baixa pressão de uma instalação frigorífica e garantem que a quantidade de refrigerante que flui no evaporador seja idêntica a quantidade de líquido refrigerante

que evapora no próprio evaporador. Se o superaquecimento efetivo resulta maior que aquele inserido pela válvula de alimentação do evaporador com uma quantidade maior de líquido refrigerante, se o superaquecimento efetivo resulta inferior ao inserido pela válvula, reduzir a qualidade de líquido refrigerante que flui no evaporador. De tal forma, é obtido o máximo desempenho do evaporador e se evita o perigo de que o refrigerante em estado líquido possa atingir o compressor.

## CONSTRUÇÃO

A válvula de expansão termostática da Castel série 22 é composta por duas partes que devem trabalhar em conjunto. A primeira é o corpo que age como acionador do sistema de regulagem, a segunda é o orifício que contém o regulador realmente e realiza a expansão do fluido refrigerante.

**Conjunto do corpo:** composto por dois subconjuntos: o elemento termostático e o corpo com todos os seus componentes internos.

O elemento termostático é o motor da válvula; um bulbo sensível é conectado ao grupo do diafragma através de um tubo capilar com 1,5 metros de comprimento, que transmite a pressão presente no interior do bulbo para a câmara superior do grupo do diafragma. A pressão presente no interior do bulbo está diretamente relacionada à temperatura da carga termostática, isto é, a substância inserida no próprio bulbo.

O corpo é fabricado em bronze forjado a quente com conexões em ângulo reto. O grupo de orifício intercambiável pode ser substituído através da conexão de entrada. Uma árvore de aço, que desliza no interior do corpo, transfere o movimento do diafragma para o obturador inserido no interior do grupo de orifício. Quando aumenta a pressão da carga termostática, o diafragma deforma-se, transferindo este deslocamento para o obturador que se distancia da sua sede e permite que o líquido passe.

Uma mola de contraste age abaixo do diafragma e a sua carga pode ser variada com um parafuso de regulagem lateral. Girando em sentido horário, este parafuso lateral aumenta o superaquecimento estático, enquanto girando em sentido anti-horário, o diminui.

O elemento termostático é rigidamente conectado ao corpo forjado através de brasagem para evitar qualquer risco de perda.

O conjunto do corpo pode ser fornecido com equalizador interno ou externo; ambos os tipos podem ser fornecidos com conexões SAE Flare ou com conexões de soldagem (saída e equalizador externo, se presentes). Tanto as uniões SAE Flare, necessárias para o tipo rosqueado, quanto o adaptador SAE/ODS de entrada, necessário para o tipo de soldagem, devem ser pedidos separadamente.

Cada conjunto do corpo é fornecido com um grupo de

colar, código G9150/R61, para permitir a fixação do bulbo na tubulação. Este código também é solicitado separadamente como peça de reposição.

As partes principais do conjunto do corpo são fabricadas com os seguintes materiais:

- aço inoxidável para o bulbo, tubo capilar, alojamento do diafragma, diafragma e árvore
- bronze forjado a quente EN 12420 – CW 617N para o corpo
- bronze EN 12164 – CW 614N para o parafuso de regulagem do superaquecimento e para a placa do porta-mola
- aço DIN 17223-1 para a mola
- tubo de cobre EN 12735-1 – Cu DHP para as conexões de solda

**Grupo de orifício:** o grupo de orifício intercambiável garante uma ampla variedade de potencialidade de 0,5 até 15,5 kW (potencialidade nominal com R22). O alojamento externo contém os seguintes elementos: corpo, obturador (regulador de fluxo), sede, mola e filtro. A sólida construção do grupo de orifício e dos seus componentes internos garante que o obturador e a sede resistam a cada tipo de solicitação (martelo hidráulico, cavitação, variações improvisadas de pressão a temperatura, impurezas). A mola mantém o obturador estável em contato com a base para minimizar o vazamento através da válvula; para garantir um fechamento total é solicitada porém a instalação de uma válvula solenoide à montante da válvula de expansão termostática. Os grupos de orifício estão disponíveis em duas soluções de construção:

- com filtro de flange cônico, para válvulas com conexões roscadas SAE Flare
- com filtro de flange plano, para válvulas com conexões de soldagem ODS, para utilizar no equipamento dos adaptadores série 2271

Os filtros dos grupos de orifício podem ser limpos ou substituídos; em tal caso, estão disponíveis os seguintes dois tipos de filtro para pedir separadamente:

- filtro 2290 para válvulas com conexões roscadas SAE Flare.
- filtro 2290/S para válvulas com conexões de solda ODS.

## CARGAS TERMOSTÁTICAS

**Carga líquida:** o comportamento das válvulas com carga líquida é determinado exclusivamente pela variação da temperatura no bulbo e não está sujeito a nenhuma interferência ambiental. São caracterizadas por um tempo de resposta rápido e, portanto, reagem rapidamente ao controle do circuito. As válvulas de expansão termostáticas da Castel com carga líquida não podem incorporar a função MOP.

**Carga de gás:** o comportamento de válvulas com carga de gás é determinado pela temperatura mínima presente em qualquer parte da válvula de expansão (elemento termostático, tubo capilar ou bulbo). Se qualquer outra parte que não seja o bulbo estiver sujeita à temperatura

mínima, pode ocorrer um mau funcionamento da válvula de expansão (migração da carga). As válvulas de expansão termostáticas da Castel com carga de gás incorporam sempre a função MOP e possuem bulbo com compensador. O compensador no bulbo possui um efeito amortecedor na regulagem da válvula e determina o comportamento com as aberturas das lentes e fechamento rápido.

**MOP (Maximum Operating Pressure):** esta funcionalidade limita um valor máximo da pressão de funcionamento do evaporador para proteger o compressor de condições de sobrecargas (Motor Overload Protection). O MOP é aquela pressão de evaporação na qual a válvula de expansão estrangulará a injeção de líquido no evaporador, prevenindo uma posterior saída da própria pressão de evaporação. A válvula de expansão opera como controle de superaquecimento no campo de trabalho normal e opera como regulador de pressão no interior do campo MOP.

O ponto de MOP mudará se o valor de superaquecimento inserido na fábrica for alterado. A regulagem do superaquecimento influencia o ponto de MOP da seguinte forma:

- aumento do superaquecimento → diminuição do MOP
- diminuição do superaquecimento → aumento do MOP

**Superaquecimento:** este é o parâmetro de controle da válvula de expansão. O superaquecimento, medido na saída do evaporador, é definido como a diferença entre a temperatura efetiva do bulbo e a temperatura de evaporação inferida pela pressão no evaporador. Para evitar que o refrigerante no estado líquido chegue ao compressor, deve ser mantido um valor mínimo de superaquecimento. No funcionamento de uma válvula de expansão, usa-se a seguinte terminologia:

- Superaquecimento estático: é o superaquecimento além do qual a válvula começa a abrir. As válvulas de expansão termostáticas da Castel são calibradas de fábrica em um valor de superaquecimento estático igual a:
  - 5 °C para as válvulas sem MOP
  - 4 °C para as válvulas com MOP nas condições nominais de referência (consultar a tabela 2)
- Superaquecimento da abertura: é o superaquecimento, além do estático, necessário para produzir uma potencialidade específica da válvula
- Superaquecimento de operação: é a soma do superaquecimento estático além da abertura

**Subesfriamento:** é definido como a diferença entre a temperatura de condensação (inferida pela pressão de condensação) e a temperatura efetiva na entrada da válvula. O subesfriamento geralmente aumenta a potencialidade de uma instalação frigorífica e deve ser levado em consideração no dimensionamento de uma válvula de expansão. Em função da fabricação do sistema, o subesfriamento pode ser necessário para prevenir a formação de bolhas de gás na linha do líquido. Caso venham a se formar bolhas de gás na linha do líquido (flash gas), a potencialidade da válvula de expansão seria reduzida notavelmente. Todas as tabelas das potencialidades, presentes neste capítulo, são



calculadas por um valor de subesfriamento de 4 °C; se o subesfriamento efetivo for maior que 4 °C, a capacidade da válvula será dada pela potencialidade solicitada pelo evaporador dividida pelo fator de correção listado nas tabelas presentes abaixo de cada tabela de potencialidade.

## SELEÇÃO

Para dimensionar corretamente uma válvula de expansão termostática em uma instalação frigorífica, devem estar disponíveis os seguintes parâmetros de projeto:

- Tipo de refrigerante
- Potencialidade do evaporador;  $Q_e$
- Temperatura/pressão de evaporação;  $T_e / p_e$
- Temperatura mínima/pressão de condensação;  $T_c / p_c$
- Temperatura do refrigerante líquido no interior da válvula;  $T_l$
- Queda de pressão na linha do líquido, distribuidor, evaporador;  $\Delta p$

O procedimento descrito a seguir ajuda a dimensionar corretamente uma válvula de expansão em uma instalação frigorífica.

### Ponto 1

*Determinação da queda de pressão na válvula.* A queda de pressão é calculada pela seguinte fórmula

$$\Delta p_{tot} = p_c - (p_e + \Delta p)$$

onde:

- $P_c$  = pressão de condensação
- $P_e$  = pressão de evaporação
- $\Delta p_{tot}$  = soma das quedas de pressão na linha de líquido, distribuidor, evaporador

### Ponto 2

*Determinação da potencialidade solicitada pela válvula.* Utilizar a potencialidade do evaporador  $Q_e$  para escolher, com uma determinada temperatura de evaporação, a capacidade de válvula necessária. Se necessário, corrigir a potencialidade do evaporador em função do valor de subesfriamento. A potencialidade de um evaporador aumenta no momento cujo refrigerante líquido subesfriado entra no próprio evaporador; por tal motivo, pode ser selecionada uma válvula de dimensão menor. O subesfriamento é calculado através da fórmula:

$$\Delta T_{sub} = T_c - T_l$$

Na tabela dos fatores de correção para o subesfriamento, escolher o fator de correção  $F_{sub}$  adequado, correspondente ao valor  $\Delta p_{T_{sub}}$  calculado, e determinar a potencialidade solicitada pela válvula com a fórmula:

$$\Delta Q_{sub} = \frac{Q_e}{F_{sub}}$$

### Ponto 3

*Determinação da dimensão solicitada ao orifício:* utilizar a pressão montada da válvula, a temperatura de evaporação e a potencialidade do evaporador calculada

para selecionar a dimensão correspondente do orifício na tabela da potencialidade correspondente ao fluido refrigerante escolhido.

### Ponto 4

*Escolha da carga termostática.* Escolher o tipo de carga, líquido sem MOP ou gás com MOP e o campo de temperatura cujo é operado, temperatura normal ou baixa.

### Ponto 5

*Escolha do tipo de equalizador.* Se é utilizado um distribuidor ou se existe uma apreciável diferença de pressão entre o fluxo a válvula e a posição de fixação do bulbo, é necessário escolher sempre um equalizador externo. Para finalizar, determinar o tipo das conexões e as suas dimensões.

### Ponto 6

*Pedido dos componentes necessários.* Se as conexões são SAE Flare, solicitar as seguintes duas partes:

- O conjunto do corpo (consultar tabela 1a e 1b)
- O grupo de orifício, completo com filtro (consultar tabela 2)

Se as conexões são ODS, solicitar as seguintes três partes:

- O conjunto do corpo (consultar tabela 1a e 1b)
- O grupo de orifício, completo com filtro (ver a tabela 2)
- O adaptador para soldar (ver a tab. 3)

## EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO

|  |         |
|--|---------|
| Tipo de refrigerante   | R134a   |
| Potencialidade do evaporador; $Q_e$  | 6 kW    |
| Temperatura de evaporação; $T_e$   | - 10 °C |
| Temperatura mínima de condensação; $T_c$                                   | + 30 °C |
| Temperatura do refrigerante líquido; $T_l$                                 | + 20 °C |
| Queda de pressão na linha do líquido, distribuidor, evaporador; $\Delta p$ | 1,5 bar |

### Ponto 1

*Determinação da queda de pressão montada da válvula.*

- Pressão de condensação a + 30 °C -  $P_c = 6,71$  bar
- Pressão de evaporação a - 10 °C -  $P_e = 1,01$  bar

$$\Delta p_{tot} = 6,71 - (1,01 + 1,5) = 4,2 \text{ bar}$$

### Ponto 2

*Determinação da potencialidade solicitada pela válvula.*

$$\Delta T_{sub} = 30 - 20 = 10 \text{ °C}$$

Na tabela dos fatores de correção para o subesfriamento 5b, em correspondência ao valor  $\Delta T_{sub} = 10 \text{ °C}$ , obtém-se um fator de correção  $F_{sub}$  igual a 1,08. A potencialidade solicitada pela válvula é:

$$\Delta Q_{sub} = \frac{6}{1,08} = 5,55 \text{ kW}$$

### Ponto 3

*Determinação da dimensão solicitada ao orifício.*

Utilizando a tabela da potencialidade para o refrigerante R134a, na página 11, inserir os dados:

- queda de pressão montada da válvula = 4,2 bar
- temperatura de evaporação = - 10 °C
- potencialidade do evaporador calculada = 5,55 kW

para seleccionar o orifício correspondente 2205 (Obs.: a potencialidade da válvula de expansão deve ser igual ou levemente superior a potencialidade do evaporador calculada)

### MARCAÇÃO

Os principais dados da válvula estão indicados na face superior do elemento termostático e na superfície lateral do alojamento do grupo de orifício.

No elemento termostático, encontram-se os seguintes dados:

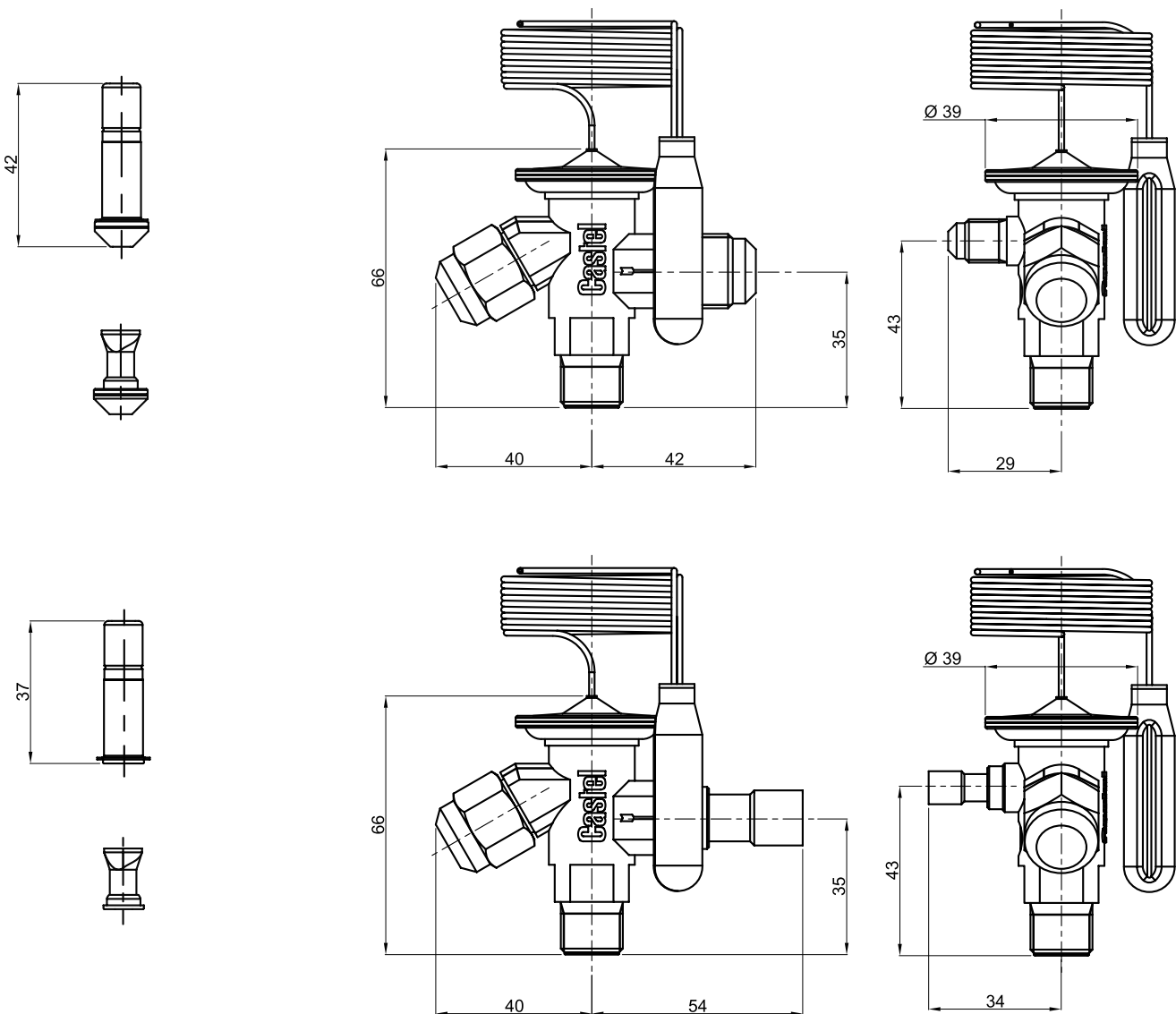
- Código da válvula

- Fluido refrigerante
- Campo de temperatura de evaporação
- Valor do MOP, se presente
- Pressão máxima admissível, PS
- Data de produção

No alojamento do grupo de orifício, encontram-se os seguintes dados:

- Dimensão do orifício
- Data de produção

Na tampa de plástico da confecção, que contém o grupo do orifício, está marcada a dimensão do próprio orifício. Esta tampa pode ser fixada facilmente no tubo capilar da válvula para identificar claramente a dimensão do orifício montado no interior da própria válvula.



**TABELA 1A: Características gerais dos conjuntos do corpo das válvulas de expansão termostática com carga líquida**

| Número do catálogo  |                     | Conexões  |        |          |        |          |        |               |              | Refrigerante | Campo das temperaturas de evaporação [°C] | MOP        | Temperatura máxima do bulbo [°C] | TS [°C] |          | PS [bar] | Categoria de risco de acordo com a PED |        |       |        |     |     |
|---------------------|---------------------|-----------|--------|----------|--------|----------|--------|---------------|--------------|--------------|---|------------|----------------------------------|---------|----------|----------|--|--------|-------|--------|-----|-----|
| equalizador interno | equalizador externo | SAE Flare |        | ODS [mm] |        | ODS [in] |        | EN-TRADA      | SAÍDA        |              |   |            |                                  | Equal.  | SAÍDA    |          |  | Equal. | SAÍDA | Equal. | min | max |
|                     |                     | SAÍDA     | Equal. | SAÍDA    | Equal. | SAÍDA    | Equal. |               |              |              |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| 2210/4              | -                   | 3/8"      | 1/2"   | -        | -      | -        | -      | -             | R22<br>R407C | - 40 → + 10  | não este                                  | 100<br>(1) | - 60                             | + 120   | 34       | Art. 3.3 |  |        |       |        |     |     |
| 2210/M12S           |                     |           | -      | 12       | -      | -        | -      |               |              |              |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| 2210/4S             |                     |           | -      | -        | -      | 1/2"     | -      |               |              |              |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| -                   | 2210/4E             | 3/8"      | 1/2"   | 1/4"     | -      | -        | -      | R134a         | - 40 → + 10  | não este     | 100<br>(1)                                | - 60       | + 120                            | 34      | Art. 3.3 |          |  |        |       |        |     |     |
|                     | 2210/M12SE          |           | -      | 12       | 6      | -        |        |               |              |              |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
|                     | 2210/4SE            |           | -      | -        | 1/2"   | 1/4"     |        |               |              |              |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| 2220/4              | -                   | 3/8"      | 1/2"   | -        | -      | -        | -      | R134a         | - 40 → + 10  | não este     | 100<br>(1)                                | - 60       | + 120                            | 34      | Art. 3.3 |          |  |        |       |        |     |     |
| 2220/M12S           |                     |           | -      | 12       | -      | -        |        |               |              |              |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| 2220/4S             |                     |           | -      | -        | -      | 1/2"     | -      |               |              |              |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| -                   | 2220/4E             | 3/8"      | 1/2"   | 1/4"     | -      | -        | -      | R404A<br>R507 | - 40 → + 10  | não este     | 100<br>(1)                                | - 60       | + 120                            | 34      | Art. 3.3 |          |  |        |       |        |     |     |
|                     | 2220/M12SE          |           | -      | 12       | 6      | -        |        |               |              |              |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
|                     | 2220/4SE            |           | -      | -        | 1/2"   | 1/4"     |        |               |              |              |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| 2230/4              | -                   | 3/8"      | 1/2"   | -        | -      | -        | -      | R404A<br>R507 | - 40 → + 10  | não este     | 100<br>(1)                                | - 60       | + 120                            | 34      | Art. 3.3 |          |  |        |       |        |     |     |
| 2230/M12S           |                     |           | -      | 12       | -      | -        |        |               |              |              |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| 2230/4S             |                     |           | -      | -        | -      | 1/2"     | -      |               |              |              |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| -                   | 2230/4E             | 3/8"      | 1/2"   | 1/4"     | -      | -        | -      | R404A<br>R507 | - 40 → + 10  | não este     | 100<br>(1)                                | - 60       | + 120                            | 34      | Art. 3.3 |          |  |        |       |        |     |     |
|                     | 2230/M12SE          |           | -      | 12       | 6      | -        |        |               |              |              |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
|                     | 2230/4SE            |           | -      | -        | 1/2"   | 1/4"     |        |               |              |              |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |

(1) : válvula instalada. 60°C com elemento não montado

**TABELA 1B: Características gerais dos conjuntos de corpos das válvulas de expansão termostática de carga MOP**

| Número do catálogo  |                     | Conexões  |        |          |        |          |        |               |              | Refrigerante         | Campo das temperaturas de evaporação [°C] | MOP        | Temperatura máxima do bulbo [°C] | TS [°C] |          | PS [bar] | Categoria de risco de acordo com a PED |        |       |        |     |     |
|---------------------|---------------------|-----------|--------|----------|--------|----------|--------|---------------|--------------|----------------------|---|------------|----------------------------------|---------|----------|----------|--|--------|-------|--------|-----|-----|
| equalizador interno | equalizador externo | SAE Flare |        | ODS [mm] |        | ODS [in] |        | EN-TRADA      | SAÍDA        |                      |   |            |                                  | Equal.  | SAÍDA    |          |  | Equal. | SAÍDA | Equal. | min | max |
|                     |                     | SAÍDA     | Equal. | SAÍDA    | Equal. | SAÍDA    | Equal. |               |              |                      |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| 2211/4              | -                   | 3/8"      | 1/2"   | -        | -      | -        | -      | -             | R22<br>R407C | - 40 → + 10          | + 15 °C<br>(95 psi)                       | 100<br>(1) | - 60                             | + 120   | 34       | Art. 3.3 |  |        |       |        |     |     |
| 2211/M12S           |                     |           | -      | 12       | -      | -        | -      |               |              |                      |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| 2211/4S             |                     |           | -      | -        | -      | 1/2"     | -      |               |              |                      |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| -                   | 2211/4E             | 3/8"      | 1/2"   | 1/4"     | -      | -        | -      | R134a         | - 40 → + 10  | + 15 °C<br>(55 psi)  | 100<br>(1)                                | - 60       | + 120                            | 34      | Art. 3.3 |          |  |        |       |        |     |     |
|                     | 2211/M12SE          |           | -      | 12       | 6      | -        |        |               |              |                      |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
|                     | 2211/4SE            |           | -      | -        | 1/2"   | 1/4"     |        |               |              |                      |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| 2221/4              | -                   | 3/8"      | 1/2"   | -        | -      | -        | -      | R134a         | - 40 → + 10  | + 15 °C<br>(55 psi)  | 100<br>(1)                                | - 60       | + 120                            | 34      | Art. 3.3 |          |  |        |       |        |     |     |
| 2221/M12S           |                     |           | -      | 12       | -      | -        |        |               |              |                      |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| 2221/4S             |                     |           | -      | -        | -      | 1/2"     | -      |               |              |                      |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| -                   | 2221/4E             | 3/8"      | 1/2"   | 1/4"     | -      | -        | -      | R404A<br>R507 | - 40 → + 10  | + 15 °C<br>(120 psi) | 100<br>(1)                                | - 60       | + 120                            | 34      | Art. 3.3 |          |  |        |       |        |     |     |
|                     | 2221/M12SE          |           | -      | 12       | 6      | -        |        |               |              |                      |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
|                     | 2221/4SE            |           | -      | -        | 1/2"   | 1/4"     |        |               |              |                      |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| 2234/4              | -                   | 3/8"      | 1/2"   | -        | -      | -        | -      | R404A<br>R507 | - 60 → - 25  | - 20 °C<br>(30 psi)  | 100<br>(1)                                | - 60       | + 120                            | 34      | Art. 3.3 |          |  |        |       |        |     |     |
| 2234/M12S           |                     |           | -      | 12       | -      | -        |        |               |              |                      |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| 2234/4S             |                     |           | -      | -        | -      | 1/2"     | -      |               |              |                      |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
| -                   | 2234/4E             | 3/8"      | 1/2"   | 1/4"     | -      | -        | -      | R404A<br>R507 | - 60 → - 25  | - 20 °C<br>(30 psi)  | 100<br>(1)                                | - 60       | + 120                            | 34      | Art. 3.3 |          |  |        |       |        |     |     |
|                     | 2234/M12SE          |           | -      | 12       | 6      | -        |        |               |              |                      |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |
|                     | 2234/4SE            |           | -      | -        | 1/2"   | 1/4"     |        |               |              |                      |   |            |                                  |         |          |          |  |        |       |        |     |     |

(1) : válvula instalada. 60°C com elemento não montado

**TABELA 2: Grupo de orifício – Potencialidade nominal em kW**

| Número do catálogo             |                           | Campo das temperaturas de evaporação [°C] |       |               |               |
|--------------------------------|---------------------------|---|-------|---------------|---------------|
| Válvula com conexões SAE Flare | Válvulas com conexões ODS | - 40 → + 10                               |       |               | - 60 → - 25   |
|                                |                           | R22<br>R407C                              | R134a | R404A<br>R507 | R404A<br>R507 |
| 220X                           | 220X/S                    | 0,5                                       | 0,4   | 0,38          | 0,38          |
| 2200                           | 2200/S                    | 1,0                                       | 0,9   | 0,7           | 0,7           |
| 2201                           | 2201/S                    | 2,5                                       | 1,8   | 1,6           | 1,6           |
| 2202                           | 2202/S                    | 3,5                                       | 2,6   | 2,1           | 2,1           |
| 2203                           | 2203/S                    | 5,2                                       | 4,6   | 4,2           | 3,5           |
| 2204                           | 2204/S                    | 8,0                                       | 6,7   | 6,0           | 4,9           |
| 2205                           | 2205/S                    | 10,5                                      | 8,6   | 7,7           | 6,0           |
| 2206                           | 2206/S                    | 15,5                                      | 10,5  | 9,1           | 6,6           |

As potencialidades nominais, para o campo de temperaturas - 40 -> + 10, se referem à:

- Temperatura de evaporação  $T_{evap} = + 5 \text{ °C}$
- Temperatura de condensação  $T_{cond} = + 32 \text{ °C}$
- Temperatura do líquido na entrada da válvula  $T_{liq} = + 28 \text{ °C}$

As potencialidades nominais, para o campo de temperatura de - 60 -> - 25, são referentes a:

- Temperatura de evaporação  $T_{evap} = - 30 \text{ °C}$
- Temperatura de condensação  $T_{cond} = + 32 \text{ °C}$
- Temperatura do líquido na entrada da válvula  $T_{liq} = + 28 \text{ °C}$

**TABELA 3: Adaptadores ODS**

| Número de catálogo | Conexões ODS |      |
|--------------------|--------------|------|
|                    | [pol]        | [mm] |
| 2271/M6S           | -            | 6    |
| 2271/2S            | 1/4"         | -    |
| 2271/3S            | 3/8"         | -    |
| 2271/M10S          | -            | 10   |

**TABELA 4A: Refrigerante R22/R407C –Potencialidade em kW por campo de temperatura - 40°C → + 10°C**

| Código do orifício                  | Queda de pressão montada da válvula [bar] |      |      |      |      |      |      |      | Código do orifício                  | Queda de pressão montada da válvula [bar] |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|-------------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|
|                                     | 2   | 4    | 6    | 8    | 10   | 12   | 14   | 16   |                                     | 2   | 4    | 6    | 8    | 10   | 12   | 14   | 16   |
| Temperatura de evaporação = + 10 °C |   |      |      |      |      |      |      |      | Temperatura de evaporação = 0 °C    |   |      |      |      |      |      |      |      |
| 220X                                | 0,37                                      | 0,48 | 0,55 | 0,60 | 0,63 | 0,65 | 0,65 | 0,67 | 220X                                | 0,37                                      | 0,48 | 0,55 | 0,59 | 0,63 | 0,65 | 0,66 | 0,66 |
| 2200                                | 0,87                                      | 1,1  | 1,2  | 1,3  | 1,4  | 1,4  | 1,4  | 1,5  | 2200                                | 0,84                                      | 1,0  | 1,2  | 1,3  | 1,3  | 1,4  | 1,4  | 1,4  |
| 2201                                | 2,2                                       | 2,8  | 3,2  | 3,4  | 3,6  | 3,7  | 3,8  | 3,8  | 2201                                | 1,9                                       | 2,4  | 2,7  | 3,0  | 3,1  | 3,2  | 3,3  | 3,3  |
| 2202                                | 3,0                                       | 4,0  | 4,7  | 5,1  | 5,4  | 5,6  | 5,8  | 5,8  | 2202                                | 2,6                                       | 3,4  | 4,0  | 4,3  | 4,6  | 4,8  | 4,9  | 5,0  |
| 2203                                | 5,4                                       | 7,2  | 8,3  | 9,1  | 9,7  | 10,0 | 10,2 | 10,3 | 2203                                | 4,6                                       | 6,1  | 7,1  | 7,8  | 8,2  | 8,5  | 8,7  | 8,8  |
| 2204                                | 8,1                                       | 10,8 | 12,5 | 13,8 | 14,5 | 15,0 | 15,5 | 15,5 | 2204                                | 6,9                                       | 9,1  | 10,5 | 11,5 | 12,2 | 12,7 | 13,0 | 13,2 |
| 2205                                | 10,2                                      | 13,6 | 15,7 | 17,2 | 18,3 | 18,9 | 19,3 | 19,5 | 2205                                | 8,8                                       | 11,6 | 13,3 | 14,6 | 15,5 | 16,1 | 16,4 | 16,6 |
| 2206                                | 12,6                                      | 16,7 | 19,3 | 21,0 | 22,3 | 23,1 | 23,5 | 23,7 | 2206                                | 10,8                                      | 14,2 | 16,3 | 17,8 | 18,9 | 19,6 | 20,0 | 20,2 |
| Temperatura de evaporação = - 10 °C |   |      |      |      |      |      |      |      | Temperatura de evaporação = - 20 °C |   |      |      |      |      |      |      |      |
| 220X                                | 0,37                                      | 0,47 | 0,53 | 0,57 | 0,60 | 0,63 | 0,64 | 0,64 | 220X                                |   | 0,44 | 0,50 | 0,54 | 0,57 | 0,59 | 0,61 | 0,61 |
| 2200                                | 0,79                                      | 0,96 | 1,1  | 1,2  | 1,2  | 1,3  | 1,3  | 1,3  | 2200                                |   | 0,88 | 1,0  | 1,1  | 1,1  | 1,2  | 1,2  | 1,2  |
| 2201                                | 1,6                                       | 2,0  | 2,3  | 2,5  | 2,6  | 2,7  | 2,8  | 2,8  | 2201                                |   | 1,7  | 1,9  | 2,0  | 2,2  | 2,3  | 2,3  | 2,3  |
| 2202                                | 2,2                                       | 2,9  | 3,3  | 3,6  | 3,8  | 4,0  | 4,1  | 4,1  | 2202                                |   | 2,4  | 2,7  | 2,9  | 3,1  | 3,2  | 3,3  | 3,3  |
| 2203                                | 3,9                                       | 5,1  | 5,9  | 6,4  | 6,8  | 7,1  | 7,3  | 7,3  | 2203                                |   | 4,2  | 4,8  | 5,2  | 5,5  | 5,8  | 5,9  | 6,0  |
| 2204                                | 5,8                                       | 7,6  | 8,7  | 9,5  | 10,1 | 10,5 | 10,8 | 10,9 | 2204                                |   | 6,2  | 7,1  | 7,7  | 8,2  | 8,5  | 8,7  | 8,8  |
| 2205                                | 7,4                                       | 9,6  | 11,0 | 12,0 | 12,8 | 13,3 | 13,6 | 13,8 | 2205                                |   | 7,9  | 9,0  | 9,8  | 10,3 | 10,8 | 11,0 | 11,2 |
| 2206                                | 9,1                                       | 11,6 | 13,5 | 14,7 | 15,6 | 16,2 | 16,6 | 16,8 | 2206                                |   | 9,6  | 11,0 | 11,9 | 12,6 | 13,1 | 13,5 | 13,7 |
| Temperatura de evaporação = - 30 °C |   |      |      |      |      |      |      |      | Temperatura de evaporação = - 40 °C |   |      |      |      |      |      |      |      |
| 220X                                |   | 0,40 | 0,45 | 0,49 | 0,52 | 0,55 | 0,56 | 0,57 | 220X                                |   |      | 0,42 | 0,45 | 0,48 | 0,50 | 0,52 | 0,53 |
| 2200                                |   | 0,79 | 0,9  | 0,96 | 1,0  | 1,1  | 1,1  | 1,1  | 2200                                |   |      | 0,8  | 0,86 | 0,92 | 0,95 | 0,98 | 0,99 |
| 2201                                |   | 1,4  | 1,5  | 1,7  | 1,8  | 1,8  | 1,9  | 1,9  | 2201                                |   |      | 1,3  | 1,4  | 1,4  | 1,5  | 1,5  | 1,6  |
| 2202                                |   | 1,9  | 2,2  | 2,7  | 2,5  | 2,6  | 2,6  | 2,7  | 2202                                |   |      | 1,7  | 1,9  | 2,0  | 2,0  | 2,1  | 2,1  |
| 2203                                |   | 3,4  | 3,9  | 4,2  | 4,4  | 4,6  | 4,7  | 4,8  | 2203                                |   |      | 3,1  | 3,4  | 3,5  | 3,7  | 3,8  | 3,8  |
| 2204                                |   | 5,0  | 5,7  | 6,2  | 6,6  | 6,8  | 7,0  | 7,1  | 2204                                |   |      | 4,6  | 4,9  | 5,2  | 5,4  | 5,6  | 5,7  |
| 2205                                |   | 6,4  | 7,2  | 7,8  | 8,3  | 8,6  | 8,8  | 9,0  | 2205                                |   |      | 5,8  | 6,3  | 6,6  | 6,9  | 7,1  | 7,2  |
| 2206                                |   | 7,8  | 8,8  | 9,6  | 10,1 | 10,5 | 10,8 | 11,0 | 2206                                |   |      | 7,1  | 7,7  | 8,1  | 8,4  | 8,7  | 8,8  |

**TABELA 4B: Refrigerante R22/R407C – Fator de correção para o subesfriamento  $\Delta t_{sub} > 4^\circ\text{C}$**

| $\Delta t_{sub}$ [°C] | 4    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $F_{sub}$             | 1,00 | 1,06 | 1,11 | 1,15 | 1,20 | 1,25 | 1,30 | 1,35 | 1,39 | 1,44 |

Quando o subesfriamento a montante da válvula for diferente de 4° C, corrigir a potencialidade do evaporador dividindo pelo fator de correção adequado identificado na Tabela 4b.

**TABELA 5A: Refrigerante R134a –Potencialidade em kW por campo de temperatura - 40°C → + 10°C**

| Código do orifício                  | Queda de pressão montada da válvula [bar] |      |      |      |      | Código do orifício                  | Queda de pressão montada da válvula [bar] |      |      |      |      |
|-------------------------------------|---|------|------|------|------|-------------------------------------|---|------|------|------|------|
|                                     | 2   | 4    | 6    | 8    | 10   |                                     | 2   | 4    | 6    | 8    | 10   |
| Temperatura de evaporação = + 10 °C |   |      |      |      |      | Temperatura de evaporação = 0 °C    |   |      |      |      |      |
| 220X                                | 0,34                                      | 0,43 | 0,47 | 0,50 | 0,51 | 220X                                | 0,33                                      | 0,42 | 0,46 | 0,47 | 0,49 |
| 2200                                | 0,71                                      | 0,86 | 0,93 | 0,97 | 0,98 | 2200                                | 0,65                                      | 0,78 | 0,86 | 0,89 | 0,91 |
| 2201                                | 1,5                                       | 1,9  | 2,1  | 2,2  | 2,2  | 2201                                | 1,3                                       | 1,6  | 1,7  | 1,8  | 1,8  |
| 2202                                | 2,0                                       | 2,6  | 3,0  | 3,1  | 3,2  | 2202                                | 1,7                                       | 2,2  | 2,4  | 2,6  | 2,6  |
| 2203                                | 3,6                                       | 4,7  | 5,3  | 5,6  | 5,8  | 2203                                | 3,0                                       | 3,9  | 4,4  | 4,6  | 4,7  |
| 2204                                | 5,4                                       | 7,0  | 7,8  | 8,3  | 8,6  | 2204                                | 4,5                                       | 5,7  | 6,4  | 6,8  | 7,0  |
| 2205                                | 6,9                                       | 8,9  | 9,9  | 10,8 | 10,9 | 2205                                | 5,7                                       | 7,3  | 8,1  | 8,6  | 8,8  |
| 2206                                | 8,4                                       | 10,8 | 12,1 | 12,8 | 13,2 | 2206                                | 7,0                                       | 8,9  | 1,0  | 10,5 | 10,8 |
| Temperatura de evaporação = - 10 °C |   |      |      |      |      | Temperatura de evaporação = - 20 °C |   |      |      |      |      |
| 220X                                | 0,30                                      | 0,36 | 0,43 | 0,44 | 0,44 | 220X                                | 0,28                                      | 0,35 | 0,39 | 0,41 | 0,42 |
| 2200                                | 0,59                                      | 0,70 | 0,77 | 0,81 | 0,82 | 2200                                | 0,53                                      | 0,62 | 0,69 | 0,72 | 0,73 |
| 2201                                | 1,0                                       | 1,3  | 1,4  | 1,5  | 1,5  | 2201                                | 0,81                                      | 1,0  | 1,1  | 1,2  | 1,2  |
| 2202                                | 1,4                                       | 1,8  | 2,0  | 2,1  | 2,1  | 2202                                | 1,1                                       | 1,4  | 1,5  | 1,6  | 1,7  |
| 2203                                | 2,5                                       | 3,1  | 3,5  | 3,7  | 3,8  | 2203                                | 2,0                                       | 2,5  | 2,8  | 2,9  | 3,0  |
| 2204                                | 3,6                                       | 4,6  | 5,1  | 5,4  | 5,6  | 2204                                | 2,9                                       | 3,6  | 4,0  | 4,3  | 4,4  |
| 2205                                | 4,6                                       | 5,8  | 6,5  | 6,9  | 7,1  | 2205                                | 3,7                                       | 4,6  | 5,1  | 5,4  | 5,5  |
| 2206                                | 5,7                                       | 7,1  | 8,0  | 8,4  | 8,6  | 2206                                | 4,5                                       | 5,6  | 6,2  | 6,6  | 6,8  |
| Temperatura de evaporação = - 30 °C |   |      |      |      |      | Temperatura de evaporação = - 40 °C |   |      |      |      |      |
| 220X                                | 0,25                                      | 0,32 | 0,35 | 0,37 | 0,38 | 220X                                | 0,23                                      | 0,28 | 0,32 | 0,33 | 0,34 |
| 2200                                | 0,48                                      | 0,55 | 0,61 | 0,64 | 0,64 | 2200                                | 0,44                                      | 0,50 | 0,54 | 0,56 | 0,57 |
| 2201                                | 0,66                                      | 0,80 | 0,88 | 0,93 | 0,95 | 2201                                | 0,54                                      | 0,65 | 0,72 | 0,78 | 0,77 |
| 2202                                | 0,9                                       | 1,1  | 1,2  | 1,3  | 1,3  | 2202                                | 0,7                                       | 0,9  | 1,0  | 1,0  | 1,0  |
| 2203                                | 1,6                                       | 2,0  | 2,2  | 2,3  | 2,3  | 2203                                | 1,3                                       | 1,6  | 1,8  | 1,9  | 1,9  |
| 2204                                | 2,3                                       | 2,9  | 3,2  | 3,3  | 3,4  | 2204                                | 1,9                                       | 2,3  | 2,6  | 2,7  | 2,7  |
| 2205                                | 3,0                                       | 3,6  | 4,0  | 4,2  | 4,3  | 2205                                | 2,4                                       | 2,9  | 3,2  | 3,5  | 3,5  |
| 2206                                | 3,6                                       | 4,4  | 4,9  | 5,2  | 5,3  | 2206                                | 3,0                                       | 3,6  | 4,0  | 4,2  | 4,3  |

**TABELA 5B: Refrigerante R134a - Fator de correção para o subesfriamento  $\Delta t_{sub} > 4^{\circ}C$**

| $\Delta t_{sub}$ [°C] | 4    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $F_{sub}$             | 1,00 | 1,08 | 1,13 | 1,19 | 1,25 | 1,31 | 1,37 | 1,42 | 1,48 | 1,54 |

Quando o subesfriamento a montante da válvula for diferente de 4° C, corrigir a potencialidade do evaporador dividindo pelo fator de correção adequado identificado na Tabela 5b.

**TABELA 6A: Refrigerante R404A/R507 –Potencialidade em kW por campo de temperatura - 40°C → + 10°C**

| Código do orifício                  | Queda de pressão montada da válvula [bar] |       |       |       |       |       |       |       | Código do orifício                  | Queda de pressão montada da válvula [bar] |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                     | 2   | 4     | 6     | 8     | 10    | 12    | 14    | 16    |                                     | 2   | 4     | 6     | 8     | 10    | 12    | 14    | 16    |
| Temperatura de evaporação = + 10 °C |   |       |       |       |       |       |       |       | Temperatura de evaporação = 0 °C    |   |       |       |       |       |       |       |       |
| 220X                                | 0,28                                      | 0,35  | 0,40  | 0,42  | 0,43  | 0,43  | 0,42  | 0,41  | 220X                                | 0,30                                      | 0,37  | 0,41  | 0,42  | 0,43  | 0,43  | 0,43  | 0,41  |
| 2200                                | 0,67                                      | 0,82  | 0,90  | 0,94  | 0,96  | 0,96  | 0,93  | 0,90  | 2200                                | 0,68                                      | 0,80  | 0,87  | 0,90  | 0,92  | 0,93  | 0,91  | 0,87  |
| 2201                                | 1,70                                      | 2,10  | 2,30  | 2,42  | 2,48  | 2,46  | 2,41  | 2,34  | 2201                                | 1,53                                      | 1,86  | 2,04  | 2,13  | 2,18  | 2,18  | 2,15  | 2,08  |
| 2202                                | 2,32                                      | 3,00  | 3,39  | 3,61  | 3,73  | 3,74  | 3,68  | 3,59  | 2202                                | 2,06                                      | 2,64  | 2,95  | 3,13  | 3,22  | 3,25  | 3,21  | 3,11  |
| 2203                                | 4,15                                      | 5,36  | 6,03  | 6,43  | 6,63  | 6,66  | 6,55  | 6,39  | 2203                                | 3,68                                      | 4,72  | 5,27  | 5,59  | 5,75  | 5,80  | 5,73  | 5,55  |
| 2204                                | 6,24                                      | 8,06  | 9,06  | 9,66  | 9,95  | 9,98  | 9,81  | 9,57  | 2204                                | 5,49                                      | 7,15  | 7,86  | 8,33  | 8,58  | 8,64  | 8,53  | 8,27  |
| 2205                                | 7,91                                      | 10,17 | 11,43 | 12,16 | 12,53 | 12,56 | 12,34 | 12,03 | 2205                                | 6,97                                      | 8,92  | 9,95  | 10,52 | 10,83 | 10,90 | 10,76 | 10,43 |
| 2206                                | 9,71                                      | 12,47 | 13,98 | 14,86 | 15,29 | 15,31 | 15,05 | 14,66 | 2206                                | 8,57                                      | 10,93 | 12,16 | 12,85 | 13,21 | 13,30 | 13,12 | 12,72 |
| Temperatura de evaporação = - 10 °C |   |       |       |       |       |       |       |       | Temperatura de evaporação = - 20 °C |   |       |       |       |       |       |       |       |
| 220X                                | 0,30                                      | 0,37  | 0,40  | 0,42  | 0,42  | 0,42  | 0,41  | 0,41  | 220X                                |   | 0,35  | 0,38  | 0,40  | 0,39  | 0,40  | 0,39  | 0,38  |
| 2200                                | 0,65                                      | 0,76  | 0,82  | 0,84  | 0,87  | 0,87  | 0,85  | 0,83  | 2200                                |   | 0,70  | 0,75  | 0,77  | 0,79  | 0,79  | 0,79  | 0,76  |
| 2201                                | 1,31                                      | 1,61  | 1,74  | 1,81  | 1,84  | 1,85  | 1,84  | 1,78  | 2201                                |   | 1,34  | 1,45  | 1,50  | 1,52  | 1,52  | 1,51  | 1,47  |
| 2202                                | 1,76                                      | 2,24  | 2,50  | 2,62  | 2,69  | 2,71  | 2,68  | 2,60  | 2202                                |   | 1,85  | 2,04  | 2,14  | 2,17  | 2,18  | 2,16  | 2,09  |
| 2203                                | 3,14                                      | 4,02  | 4,47  | 4,69  | 4,81  | 4,84  | 4,79  | 4,65  | 2203                                |   | 3,32  | 3,66  | 3,83  | 3,89  | 3,90  | 3,86  | 3,75  |
| 2204                                | 4,66                                      | 5,97  | 6,61  | 6,95  | 7,13  | 7,18  | 7,11  | 6,91  | 2204                                |   | 4,88  | 5,40  | 5,64  | 5,75  | 5,77  | 5,71  | 5,56  |
| 2205                                | 5,93                                      | 7,57  | 8,39  | 8,81  | 9,02  | 9,08  | 8,99  | 8,73  | 2205                                |   | 6,20  | 6,86  | 7,17  | 7,29  | 7,31  | 7,23  | 7,05  |
| 2206                                | 7,28                                      | 9,27  | 10,26 | 10,76 | 11,00 | 11,08 | 10,97 | 10,65 | 2206                                |   | 7,60  | 8,39  | 8,75  | 8,91  | 8,93  | 8,84  | 8,61  |
| Temperatura de evaporação = - 30 °C |   |       |       |       |       |       |       |       | Temperatura de evaporação = - 40 °C |   |       |       |       |       |       |       |       |
| 220X                                |   |       | 0,35  | 0,37  | 0,36  | 0,37  | 0,36  | 0,35  | 220X                                |   |       | 0,32  | 0,33  | 0,33  | 0,33  | 0,32  | 0,32  |
| 2200                                |   |       | 0,67  | 0,70  | 0,70  | 0,70  | 0,69  | 0,67  | 2200                                |   |       | 0,60  | 0,61  | 0,62  | 0,61  | 0,60  | 0,59  |
| 2201                                |   |       | 1,18  | 1,21  | 1,23  | 1,21  | 1,20  | 1,17  | 2201                                |   |       | 0,92  | 0,96  | 0,97  | 0,96  | 0,94  | 0,91  |
| 2202                                |   |       | 1,63  | 1,69  | 1,71  | 1,70  | 1,68  | 1,64  | 2202                                |   |       | 1,27  | 1,32  | 1,33  | 1,31  | 1,28  | 1,24  |
| 2203                                |   |       | 2,93  | 3,04  | 3,07  | 3,06  | 3,02  | 2,93  | 2203                                |   |       | 2,28  | 2,36  | 2,38  | 2,36  | 2,31  | 2,24  |
| 2204                                |   |       | 4,28  | 4,47  | 4,52  | 4,51  | 4,46  | 4,35  | 2204                                |   |       | 3,34  | 3,47  | 3,50  | 3,48  | 3,42  | 3,33  |
| 2205                                |   |       | 5,45  | 5,68  | 5,74  | 5,74  | 5,67  | 5,52  | 2205                                |   |       | 4,25  | 4,41  | 4,45  | 4,43  | 4,36  | 4,24  |
| 2206                                |   |       | 6,66  | 6,94  | 7,02  | 7,01  | 6,93  | 6,75  | 2206                                |   |       | 5,19  | 5,39  | 5,45  | 5,42  | 5,33  | 5,19  |

**TABELA 6B: Refrigerante R404A/R507 – Fator de correção para o subesfriamento  $\Delta t_{sub} > 4^{\circ}C$**

| $\Delta t_{sub}$ [°C] | 4    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $F_{sub}$             | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,29 | 1,37 | 1,46 | 1,54 | 1,63 | 1,70 | 1,78 |

Quando o subesfriamento a montante da válvula for diferente de 4° C, corrigir a potencialidade do evaporador dividindo pelo fator de correção adequado identificado na Tabela 6b.

**TABELA 7A: Refrigerante R404A/R507 -Potencialidade in kW per campo de temperatura - 60°C → - 25°C**

| Código do orifício                  | Queda de pressão na válvula [bar] |      |      |      |      |      |      |      | Código do orifício                  | Queda de pressão na válvula [bar] |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                     | 2                                 | 4    | 6    | 8    | 10   | 12   | 14   | 16   |                                     | 2                                 | 4    | 6    | 8    | 10   | 12   | 14   | 16   |
| Temperatura de evaporação = -25 °C  |                                   |      |      |      |      |      |      |      | Temperatura de evaporação = -30 °C  |                                   |      |      |      |      |      |      |      |
| 2200                                | 0,57                              | 0,67 | 0,72 | 0,73 | 0,74 | 0,85 | 0,74 | 0,71 | 2200                                | 0,53                              | 0,64 | 0,67 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,69 | 0,67 |
| 2201                                | 0,98                              | 1,20 | 1,31 | 1,36 | 1,37 | 1,37 | 1,35 | 1,31 | 2201                                | 0,88                              | 1,07 | 1,18 | 1,21 | 1,23 | 1,21 | 1,20 | 1,17 |
| 2202                                | 1,31                              | 1,65 | 1,83 | 1,91 | 1,93 | 1,93 | 1,90 | 1,85 | 2202                                | 1,18                              | 1,47 | 1,63 | 1,69 | 1,71 | 1,70 | 1,68 | 1,64 |
| 2203                                | 2,35                              | 2,97 | 3,28 | 3,42 | 3,47 | 3,46 | 3,42 | 3,32 | 2203                                | 2,12                              | 2,65 | 2,93 | 3,04 | 3,07 | 3,05 | 3,02 | 2,93 |
| 2204                                | 3,45                              | 4,37 | 4,82 | 5,04 | 5,11 | 5,12 | 5,06 | 4,93 | 2204                                | 3,09                              | 3,88 | 4,28 | 4,47 | 4,52 | 4,51 | 4,46 | 4,35 |
| 2205                                | 4,40                              | 5,56 | 6,14 | 6,40 | 6,49 | 6,49 | 6,42 | 6,26 | 2205                                | 3,94                              | 4,94 | 5,45 | 5,68 | 5,74 | 5,74 | 5,67 | 5,52 |
| 2206                                | 5,40                              | 6,30 | 7,49 | 7,81 | 7,93 | 7,93 | 7,85 | 7,64 | 2206                                | 4,83                              | 6,06 | 6,66 | 6,94 | 7,02 | 7,01 | 6,93 | 6,75 |
| Temperatura de evaporação = - 40 °C |                                   |      |      |      |      |      |      |      | Temperatura de evaporação = - 50 °C |                                   |      |      |      |      |      |      |      |
| 2200                                |                                   | 0,56 | 0,60 | 0,61 | 0,62 | 0,61 | 0,60 | 0,59 | 2200                                |                                   | 0,49 | 0,53 | 0,54 | 0,54 | 0,53 | 0,52 | 0,50 |
| 2201                                |                                   | 0,65 | 0,72 | 0,75 | 0,77 | 0,77 | 0,77 | 0,75 | 2201                                |                                   | 0,51 | 0,57 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,59 |
| 2202                                |                                   | 1,17 | 1,27 | 1,32 | 1,33 | 1,31 | 1,28 | 1,24 | 2202                                |                                   | 0,91 | 0,99 | 1,02 | 1,02 | 1,01 | 0,98 | 0,95 |
| 2203                                |                                   | 2,09 | 2,28 | 2,36 | 2,38 | 2,36 | 2,31 | 2,24 | 2203                                |                                   | 1,63 | 1,73 | 1,84 | 1,84 | 1,81 | 1,78 | 1,72 |
| 2204                                |                                   | 3,03 | 3,34 | 3,47 | 3,50 | 3,48 | 3,42 | 3,33 | 2204                                |                                   | 2,36 | 2,60 | 2,69 | 2,71 | 2,68 | 2,63 | 2,56 |
| 2205                                |                                   | 3,87 | 4,25 | 4,41 | 4,45 | 4,43 | 4,36 | 4,24 | 2205                                |                                   | 3,02 | 3,30 | 3,43 | 3,45 | 3,42 | 3,35 | 3,26 |
| 2206                                |                                   | 4,73 | 5,19 | 5,39 | 5,45 | 5,47 | 5,33 | 5,19 | 2206                                |                                   | 3,69 | 4,04 | 4,20 | 4,22 | 4,18 | 4,12 | 4,00 |
| Temperatura de evaporação = - 60 °C |                                   |      |      |      |      |      |      |      |                                     |                                   |      |      |      |      |      |      |      |
| 2200                                |                                   |      | 0,46 | 0,48 | 0,47 | 0,45 | 0,45 | 0,43 |                                     |                                   |      |      |      |      |      |      |      |
| 2201                                |                                   |      | 0,58 | 0,60 | 0,60 | 0,58 | 0,56 | 0,54 |                                     |                                   |      |      |      |      |      |      |      |
| 2202                                |                                   |      | 0,78 | 0,80 | 0,80 | 0,78 | 0,75 | 0,72 |                                     |                                   |      |      |      |      |      |      |      |
| 2203                                |                                   |      | 1,40 | 1,44 | 1,43 | 1,40 | 1,36 | 1,30 |                                     |                                   |      |      |      |      |      |      |      |
| 2204                                |                                   |      | 2,04 | 2,11 | 2,11 | 2,07 | 2,03 | 1,96 |                                     |                                   |      |      |      |      |      |      |      |
| 2205                                |                                   |      | 2,59 | 2,69 | 2,66 | 2,65 | 2,59 | 2,50 |                                     |                                   |      |      |      |      |      |      |      |
| 2206                                |                                   |      | 3,16 | 3,28 | 3,30 | 3,25 | 3,18 | 3,07 |                                     |                                   |      |      |      |      |      |      |      |

**TABELA 7B: Refrigerante R404A/R507 – Fator de correção para o subesfriamento  $\Delta t_{sub} > 4^{\circ}C$**

| $\Delta t_{sub}$ [°C] | 4    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $F_{sub}$             | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,29 | 1,37 | 1,46 | 1,54 | 1,63 | 1,70 | 1,78 |

Quando o subesfriamento a montante da válvula for diferente de 4° C, corrigir a potencialidade do evaporador dividindo pelo fator de correção adequado identificado na Tabela 7b.



# VÁLVULAS DE EXPANSÃO COM SOLENOIDE PWM 14 COM ORIFÍCIO INTERCAMBIÁVEL



## APLICAÇÃO

A válvula de expansão com solenoide da Castel série 2028 regula o fluxo de líquido refrigerante para o evaporador através da modulação do tempo de abertura do próprio obturador, consentindo um intervalo amplo de variação da potência. Esta válvula deve ser acoplada a uma bobina tipo HM4 (consultar tabela 2), pilotada por um dispositivo de regulação tipo eletrônico (não fornecido pela Castel). O seu uso típico são os sistemas de refrigeração, acima de tudo, os bancos refrigerados usados na Grande Distribuição Organizada, que utilizam os seguintes fluidos refrigerantes: R22, R134a, R404A, R407C; R410A, R507 pertencentes ao Grupo II (assim como definido no Artigo 9, Ponto 2.2 da Diretriz 97/23/CE, com referência à Diretriz 67/548/CEE).

## FUNCIONAMENTO

A válvula série 2028 é um dispositivo de laminação que recebe o líquido do condensador e o emite no evaporador, operando o salto de pressão necessário no bico de expansão.

É uma válvula ON/OFF que deve ser regulada de acordo com o critério de modulação pela amplitude do impulso, mais conhecido como “**Pulse Width Modulation**” (PWM) e pode ser comandada por um elemento eletrônico de controle muito simples. De acordo com este princípio, fixado um período T de referência próprio do regulador,

a carga QT de refrigerante solicitada pelo evaporador no período acima é fornecida pela válvula em um intervalo de tempo t inferior ao período T, durante o qual passa o fluxo máximo (fase Ligada). Durante o intervalo de tempo restante  $T - t$  a válvula permanece fechada (fase OFF).

Portanto, para uma regulação eficaz, a válvula PWM deve ser dimensionada de forma tal que, nas condições de carga maiores, possa fornecer uma quantidade de refrigerante suficiente para a solicitação; nestas condições, a válvula permanecerá aberta por todo o período T.

O uso de um regulador eletrônico consente ter uma dosagem mais precisa de refrigerante, obtendo um rendimento maior no tempo (e, portanto, uma diminuição sensível dos custos de gestão da máquina) e também uma resposta mais rápida das variações de carga do evaporador.

## CONSTRUÇÃO

A válvula é fornecida completa com orifício; podem ser montados nove orifícios diferentes correspondentes e outras potências máximas que aumentam passando do orifício 01 ao orifício 09. Os últimos dois algarismos do código da válvula identificam qual tipo de orifício foi montado na fábrica, na própria válvula; por exemplo, uma válvula de código 2028/3S02 é uma válvula com conexões para soldar de 3/8” com um orifício tipo 02. Os orifícios são intercambiáveis e podem ser instalados também quando a válvula for soldada na instalação; neste caso, se deseja-se alterar o orifício, será necessário adquirir o kit correspondente, de acordo com o código indicado na tabela 3.

As partes principais das válvulas 2028 são fabricadas com os seguintes materiais:

- Bronze EN 12164 – CW 614N-M para o corpo e a embarcação de alojamento do núcleo móvel
- Aço inoxidável ferrítico EN 10088-3 – 1.4105 para o núcleo fixo e o núcleo móvel
- Aço inoxidável austenítico EN 10088-3 – 1.4301 para o filtro
- Aço inoxidável austenítico EN 10088-3 – 1.4305 para o orifício
- P.T.F.E. para as guarnições de retenção da base
- Borracha de cloropreno (CR) para as guarnições de retenção para o exterior

## BOBINAS E CONECTORES

As bobinas que podem ser utilizadas por esta válvula são do tipo HM4. A tabela 2 resume as principais características das bobinas e dos conectores para acoplar às bobinas. Para mais informações sobre as características técnicas

das bobinas tipo HM4 e dos conectores adequados, veja o manual das “Válvulas solenoides”.

## SELEÇÃO

Para dimensionar corretamente uma válvula PWM série 2028 em uma instalação frigorífica, devem estar disponíveis os seguintes parâmetros do projeto:

- Tipo de refrigerante
- Potencialidade do evaporador;  $Q_e$
- Temperatura/pressão de evaporação;  $T_e / p_e$
- Temperatura mínima/pressão de condensação;  $T_c / p_c$
- Temperatura do refrigerante líquido no interior da válvula;  $T_l$
- Queda de pressão na linha do líquido, distribuidor, evaporador;  $\Delta p$

O procedimento descrito a seguir ajuda a dimensionar corretamente uma válvula de expansão em uma instalação frigorífica.

### Ponto 1

*Determinação da queda de pressão na válvula.* A queda de pressão é calculada pela seguinte fórmula:

$$\Delta p_{tot} = p_c - (p_e + \Delta p)$$

onde:

- $p_c$  = pressão de condensação
- $p_e$  = pressão de evaporação
- $\Delta p$  = soma das quedas de pressão na linha do líquido, distribuidor, evaporador no fluxo máximo, isto é, com a válvula sempre aberta

### Ponto 2

*Correção da potencialidade do evaporador na presença de subesfriamento.* A potencialidade  $Q_e$  do evaporador deve ser corrigida oportunamente em função do valor de subesfriamento. O subesfriamento é calculado através da fórmula:

$$\Delta T_{sub} = T_c - T_l$$

Na tabela dos fatores de correção para o subesfriamento, escolher o fator de correção  $F_{sub}$  adequado, correspondente ao valor  $\Delta T_{sub}$  calculado, e determinar a potencialidade solicitada pela válvula com a fórmula:

$$Q_{sub} = F_{sub} \times Q_e$$

### Ponto 3

*Correção da potencialidade de acordo com a aplicação.* Para que a válvula seja regulada corretamente, é necessário sobredimensionar de forma que, no interior do período de controle, permaneça fechada por uma fração de tempo entre 50% e 25%. A escolha desta margem de potência depende da aplicação, que pode prever picos de carga de

entidade variável, e pelo algoritmo de controle utilizado pela central eletrônica.

Em geral, este fator de correção  $F_{ev}$  é estreitamente ligado à temperatura de evaporação  $T_e$  e pode-se considerar igual a 125% para  $T_e \geq -15^\circ\text{C}$  e a 150% para  $T_e < -15^\circ\text{C}$ . Estes valores genéricos são verificados de acordo com a aplicação em particular.

A capacidade da válvula deverá ser, pelo menos, igual a:

$$Q_{ev} = F_{ev} \times Q_{sub}$$

### Ponto 4

*Determinação da dimensão solicitada no orifício.* Utilizar a pressão montada da válvula, a temperatura de evaporação e a potencialidade correta do  $Q_{ev}$ , calculadas acima para selecionar a dimensão correspondente do orifício na tabela da potencialidade correspondente ao fluido refrigerante escolhido.

### Ponto 5

*Dimensionamento da linha do líquido.* Como a válvula possui um critério de funcionamento on-off, na fase abertura, a carga pode crescer consideravelmente em relação ao seu valor médio no período. Por este motivo, o projetista deverá dimensionar o diâmetro dos tubos da linha do líquido, de acordo com o fluxo máxima que flui do bico nas condições reais de  $\Delta p_{tot}$  e de forma que a perda de carga não provoque uma diminuição da potência máxima da válvula.

## EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO

|  |       |
|--|-------|
| Tipo de refrigerante:  | R404A |
| Potencialidade do evaporador; $Q_e$ :                                      | 2,8kW |
| Temperatura de evaporação; $T_e$ :   | -5°C  |
| Temperatura mínima de condensação; $T_c$ :                                 | +35°C |
| Temperatura do refrigerante líquido; $T_l$ :                               | +20°C |
| Queda de pressão na linha do líquido, distribuidor, evaporador; $\Delta p$ | 2 bar |

### Ponto 1

*Determinação da queda de pressão na válvula.*

- Pressão de condensação a +35 °C -  $p_c = 16,9$  bar
- Pressão de evaporação a -5 °C -  $p_e = 5,14$  bar

$$\Delta p_{tot} = 16,9 - (5,14 + 2) = 9,76 \text{ bar}$$

### Ponto 2

*Determinação da potencialidade solicitada pela válvula*

$$\Delta T_{sub} = 35 - 20 = 15 \text{ °C}$$

Na tabela dos fatores de correção para o subesfriamento 9, em correspondência ao valor  $\Delta T_{sub} = 15 \text{ °C}$ , se obtém um fator de correção  $F_{sub}$  igual a 0,83. A potencialidade exigida pela válvula é:

$$Q_{sub} = 0,83 \times 2,8 = 2,324 \text{ kW}$$

### Ponto 3

*Correção da potencialidade de acordo com a aplicação.*

Com base no critério geral acima relatado, aplicamos uma maioria de 25% da potencialidade apenas calculada:

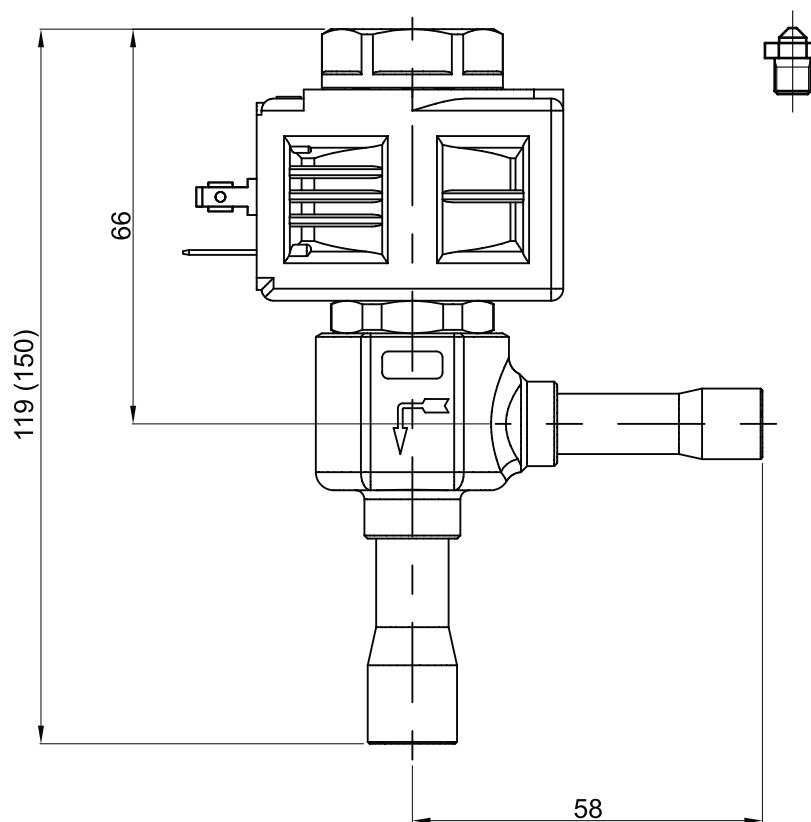
$$Q_{ev} = 1,25 \times 2,324 = 2,91 \text{ kW}$$

### Ponto 4

*Determinação da dimensão solicitada no orifício. Utilizando*

a tabela da potencialidade para o refrigerante R404A, na página 17, inserir os dados:

- queda de pressão montada da válvula = 9,76 bar
  - temperatura de evaporação = - 5 °C
  - potencialidade do evaporador calculada = 2,91 kW
- para selecionar o orifício correspondente 04 (Obs.: a potencialidade da válvula de expansão deve ser igual ou levemente superior a potencialidade do evaporador calculada).



**TABELA 1: Característica gerais das válvulas de expansão PWM**

| Número do catálogo | Conexões ODS |       |          |       | Furo do orifício [mm] | Fator Kv [m³/h] | Pressão diferencial de abertura [bar] |      | Princípio de funcionamento   | Tempo mínimo de intervenção [s] | TS [°C] |      | PS [bar] | Categoria de risco de acordo com a PED |    |    |
|--------------------|--------------|-------|----------|-------|-----------------------|-----------------|---------------------------------------|------|------------------------------|---------------------------------|---------|------|----------|--|----|----|
|                    | [in]         |       | [mm]     |       |                       |                 | MinOPD                                | MOPD |                              |                                 | min.    | max. |          |  |    |    |
|                    | EN-TRADA     | SAÍDA | EN-TRADA | SAÍDA |                       |                 |                                       | AC   |                              |                                 |         |      |          |  | DC |    |
| 2028/3S01          | 3/8"         | 1/2"  | -        | -     | 0,5                   | 0,010           | 0                                     | 18   | PWM (Pulse Width Modulating) | 1                               | -40     | 100  | 45       | Art. 3.3                               |    |    |
| 2028/M10S01        | -            | -     | 10       | 12    |                       |                 |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  |    |    |
| 2028/3S02          | 3/8"         | 1/2"  | -        | -     | 0,7                   | 0,017           |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  |    |    |
| 2028/M10S02        | -            | -     | 10       | 12    |                       |                 |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  |    |    |
| 2028/3S03          | 3/8"         | 1/2"  | -        | -     | 0,8                   | 0,023           |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  | 18 |    |
| 2028/M10S03        | -            | -     | 10       | 12    |                       |                 |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  |    |    |
| 2028/3S04          | 3/8"         | 1/2"  | -        | -     | 1,1                   | 0,043           |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  | 14 |    |
| 2028/M10S04        | -            | -     | 10       | 12    |                       |                 |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  |    |    |
| 2028/3S05          | 3/8"         | 1/2"  | -        | -     | 1,3                   | 0,065           |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  |    |    |
| 2028/M10S05        | -            | -     | 10       | 12    |                       |                 |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  |    |    |
| 2028/3S06          | 3/8"         | 1/2"  | -        | -     | 1,7                   | 0,113           |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  |    |    |
| 2028/M10S06        | -            | -     | 10       | 12    |                       |                 |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  |    |    |
| 2028/4S07          | 1/2"         | 5/8"  | -        | -     | 2,3                   | 0,200           |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  |    | 10 |
| 2028/M12S07        | -            | -     | 12       | 16    |                       |                 |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  |    |    |
| 2028/4S08          | 1/2"         | 5/8"  | -        | -     | 2,5                   | 0,230           |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  |    |    |
| 2028/M12S08        | -            | -     | 12       | 16    |                       |                 |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  |    |    |
| 2028/4S09          | 1/2"         | 5/8"  | -        | -     | 2,7                   | 0,250           |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  |    |    |
| 2028/M12S09        | -            | -     | 12       | 16    |                       |                 |                                       |      |                              |                                 |         |      |          |  |    |    |

**TABELA 2: Características gerais das bobinas**

| Tipo de bobina | Número do catálogo | Tensão [V]   | Tolerância de tensões [%] | Frequência [Hz] | Absorção a 20 °C [mA] |      |           |          | Ligações              |                            |
|----------------|--------------------|--------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|------|-----------|----------|-----------------------|----------------------------|
|                |                    |              |                           |                 | Motivo                |      | Exercício |          | Grau de proteção IP65 | Grau de proteção IP65/IP68 |
|                |                    |              |                           |                 | 50 [Hz]               | D.C. | 50 [Hz]   | D.C.     |                       |                            |
| HM4            | 9160/RA2           | 24 A.C.      | +6 / -10                  | 50              | 1490                  | -    | 700       | 9150/R02 | 9155/R01              |                            |
|                | 9160/RA4           | 110 A.C.     |                           |                 | 330                   |      | 156       |          |                       |                            |
|                | 9160/RA6           | 220/230 A.C. |                           |                 | 162                   |      | 76        |          |                       |                            |
|                | 9160/RD1           | 12 D.C.      | -                         | 1350            | 1350                  |      |           |          |                       |                            |
|                | 9160/RD2           | 24 D.C.      |                           | 650             | 650                   |      |           |          |                       |                            |

**TABELA 3: Orifícios – Potencialidade nominal em kW**

| Número do catálogo | Tipo de orifícios | Furo do orifício [mm] | Refrigerante |       |               |       |       |
|--------------------|-------------------|-----------------------|--------------|-------|---------------|-------|-------|
|                    |                   |                       | R22          | R134a | R404A<br>R507 | R407C | R410A |
| 9150/R63           | 01                | 0,5                   | 1,0          | 0,9   | 0,8           | 1,1   | 1,3   |
| 9150/R64           | 02                | 0,7                   | 1,9          | 1,7   | 1,6           | 2,0   | 2,4   |
| 9150/R65           | 03                | 0,8                   | 2,5          | 2,0   | 1,9           | 2,4   | 3,0   |
| 9150/R66           | 04                | 1,1                   | 3,9          | 3,2   | 2,9           | 3,8   | 4,8   |
| 9150/R67           | 05                | 1,3                   | 6,7          | 5,6   | 5,1           | 6,7   | 8,4   |
| 9150/R68           | 06                | 1,7                   | 9,2          | 7,7   | 7,0           | 9,1   | 11,4  |
| 9150/R69           | 07                | 2,3                   | 14,7         | 12,2  | 11,3          | 15,3  | 18,2  |
| 9150/R78           | 08                | 2,5                   | 17,4         | 14,7  | 13,5          | 17,7  | 21,6  |
| 9150/R79           | 09                | 2,7                   | 19,3         | 16,3  | 15,0          | 19,6  | 24,1  |

As potencialidades nominais são referidas a:

- Temperatura de evaporação  $T_{evap} = + 5 \text{ }^\circ\text{C}$

- Temperatura de condensação  $T_{cond} = + 32 \text{ }^\circ\text{C}$

- Temperatura do líquido na entrada da válvula  $T_{liq} = + 28 \text{ }^\circ\text{C}$

**TABELA 4: Refrigerante R22 – Potencialidade em kW**

| Tipo de orifícios | Queda de pressão na válvula [bar] |      |      |      |      |          |          |          |          |
|-------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|----------|----------|----------|----------|
|                   | 2                                 | 4    | 6    | 8    | 10   | 12       | 14       | 16       | 18       |
| 01                | 0,7                               | 0,9  | 1,0  | 1,1  | 1,1  | 1,1      | 1,2      | 1,2      | 1,2      |
| 02                | 1,3                               | 1,7  | 1,9  | 2,1  | 2,2  | 2,2      | 2,3      | 2,3      | 2,3      |
| 03                | 1,7                               | 2,2  | 2,5  | 2,7  | 2,8  | 2,9      | 2,9      | 3,0      | 3,0      |
| 04                | 2,7                               | 3,5  | 3,9  | 4,2  | 4,4  | 4,5      | 4,6      | 4,7      | 4,7      |
| 05                | 4,7                               | 6,0  | 6,7  | 7,3  | 7,6  | 7,8      | 7,9      | 8,1      | 8,1      |
| 06                | 6,4                               | 8,3  | 9,2  | 9,9  | 10,4 | 10,6     | 10,8     | 11,0     | 11,0     |
| 07                | 10,3                              | 13,2 | 14,7 | 15,8 | 16,6 | 17,0     | 17,3     | 17,6 (1) | 17,6 (2) |
| 08                | 12,2                              | 15,7 | 17,4 | 18,8 | 19,7 | 20,2     | 20,5     | 20,9 (1) | 20,9 (2) |
| 09                | 13,5                              | 17,4 | 19,3 | 20,8 | 21,8 | 22,4 (1) | 22,8 (2) | 23,2 (2) | 23,2 (2) |

(1) : diferencial de pressão não disponível com bobinas 9160/RD2

(2) : diferencial de pressão não disponível com bobinas 9160/RD1 e 9160/RD2

**TABELA 5: Refrigerante R134a – Potencialidade em kW**

| Tipo de orifícios | Queda de pressão na válvula [bar] |      |      |      |      |          |          |          |          |
|-------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|----------|----------|----------|----------|
|                   | 2                                 | 4    | 6    | 8    | 10   | 12       | 14       | 16       | 18       |
| 01                | 0,6                               | 0,8  | 0,9  | 0,9  | 1,0  | 1,0      | 1,0      | 1,0      | 0,9      |
| 02                | 1,2                               | 1,5  | 1,7  | 1,8  | 1,8  | 1,9      | 1,9      | 1,8      | 1,8      |
| 03                | 1,4                               | 1,8  | 2,0  | 2,1  | 2,2  | 2,2      | 2,2      | 2,2      | 2,1      |
| 04                | 2,3                               | 2,9  | 3,2  | 3,5  | 3,6  | 3,6      | 3,6      | 3,6      | 3,5      |
| 05                | 3,9                               | 5,0  | 5,6  | 6,0  | 6,1  | 6,2      | 6,2      | 6,1      | 6,0      |
| 06                | 5,4                               | 6,9  | 7,7  | 8,2  | 8,4  | 8,5      | 8,5      | 8,4      | 8,2      |
| 07                | 8,5                               | 10,9 | 12,2 | 13,0 | 13,4 | 13,5     | 13,5     | 13,4 (1) | 13,0 (2) |
| 08                | 10,3                              | 13,2 | 14,7 | 15,7 | 16,2 | 16,3     | 16,3     | 16,2 (1) | 15,7 (2) |
| 09                | 11,4                              | 14,7 | 16,3 | 17,4 | 17,9 | 18,1 (1) | 18,1 (2) | 17,9 (2) | 17,4 (2) |

**TABELA 6: Refrigerante R404A/R507 – Potencialidade em kW**

| Tipo de orifícios | Queda de pressão na válvula [bar] |      |      |      |      |          |          |          |          |
|-------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|----------|----------|----------|----------|
|                   | 2                                 | 4    | 6    | 8    | 10   | 12       | 14       | 16       | 18       |
| 01                | 0,6                               | 0,7  | 0,8  | 0,8  | 0,8  | 0,8      | 0,8      | 0,8      | 0,8      |
| 02                | 1,1                               | 1,4  | 1,6  | 1,7  | 1,7  | 1,7      | 1,7      | 1,6      | 1,5      |
| 03                | 1,3                               | 1,7  | 1,9  | 2,0  | 2,1  | 2,1      | 2,0      | 2,0      | 1,9      |
| 04                | 2,1                               | 2,7  | 2,9  | 3,1  | 3,2  | 3,2      | 3,2      | 3,1      | 2,9      |
| 05                | 3,7                               | 4,7  | 5,1  | 5,5  | 5,6  | 5,6      | 5,5      | 5,4      | 5,1      |
| 06                | 5,0                               | 6,4  | 7,0  | 7,4  | 7,6  | 7,6      | 7,5      | 7,4      | 6,9      |
| 07                | 8,0                               | 10,2 | 11,3 | 11,9 | 12,2 | 12,2     | 12,0     | 11,8 (1) | 11,1 (2) |
| 08                | 9,6                               | 12,3 | 13,5 | 14,3 | 14,6 | 14,6     | 14,4     | 14,2 (1) | 13,4 (2) |
| 09                | 10,7                              | 13,7 | 15,0 | 15,9 | 16,2 | 16,2 (1) | 16,0 (2) | 15,8 (2) | 14,9 (2) |

**TABELA 7: Refrigerante R407C – Potencialidade em kW**

| Tipo de orifícios | Queda de pressão na válvula [bar] |      |      |      |      |          |          |          |          |
|-------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|----------|----------|----------|----------|
|                   | 2                                 | 4    | 6    | 8    | 10   | 12       | 14       | 16       | 18       |
| 01                | 0,8                               | 1,0  | 1,1  | 1,2  | 1,2  | 1,3      | 1,3      | 1,3      | 1,3      |
| 02                | 1,4                               | 1,8  | 2,0  | 2,2  | 2,3  | 2,4      | 2,4      | 2,4      | 2,4      |
| 03                | 1,7                               | 2,1  | 2,4  | 2,6  | 2,7  | 2,8      | 2,8      | 2,9      | 2,9      |
| 04                | 2,7                               | 3,4  | 3,8  | 4,1  | 4,3  | 4,4      | 4,5      | 4,6      | 4,6      |
| 05                | 4,7                               | 6,0  | 6,7  | 7,3  | 7,6  | 7,8      | 7,9      | 8,1      | 8,1      |
| 06                | 6,4                               | 8,2  | 9,1  | 9,8  | 10,3 | 10,5     | 10,7     | 10,9     | 10,9     |
| 07                | 10,7                              | 13,8 | 15,3 | 16,5 | 17,3 | 17,7     | 18,1     | 18,4 (1) | 18,4 (2) |
| 08                | 12,4                              | 15,9 | 17,7 | 19,1 | 20,0 | 20,5     | 20,9     | 21,2 (1) | 21,2 (2) |
| 09                | 13,7                              | 17,6 | 19,6 | 21,2 | 22,1 | 22,7 (1) | 23,1 (2) | 23,5 (2) | 23,5 (2) |

(1) : diferencial de pressão não disponível com bobinas 9160/RD2

(2) : diferencial de pressão não disponível com bobinas 9160/RD1 e 9160/RD2

**TABELA 8: Refrigerante R410A – Potencialidade em kW**

| Tipo de orifícios | Queda de pressão na válvula [bar] |      |      |      |      |          |          |          |          |
|-------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|----------|----------|----------|----------|
|                   | 2                                 | 4    | 6    | 8    | 10   | 12       | 14       | 16       | 18       |
| 01                | 0,9                               | 1,1  | 1,3  | 1,4  | 1,5  | 1,5      | 1,6      | 1,6      | 1,6      |
| 02                | 1,6                               | 2,1  | 2,4  | 2,6  | 2,8  | 2,9      | 2,9      | 3,0      | 3,0      |
| 03                | 2,0                               | 2,7  | 3,0  | 3,3  | 3,5  | 3,6      | 3,7      | 3,8      | 3,8      |
| 04                | 3,2                               | 4,3  | 4,8  | 5,3  | 5,6  | 5,8      | 5,9      | 6,1      | 6,1      |
| 05                | 5,6                               | 7,4  | 8,4  | 9,2  | 9,7  | 10,0     | 10,2     | 10,5     | 10,6     |
| 06                | 7,7                               | 10,1 | 11,4 | 12,5 | 13,1 | 13,6     | 13,9     | 14,3     | 14,4     |
| 07                | 12,2                              | 16,0 | 18,2 | 19,8 | 20,9 | 21,6     | 22,2     | 22,7 (1) | 22,9 (2) |
| 08                | 14,5                              | 19,0 | 21,6 | 23,5 | 24,8 | 25,7     | 26,4     | 27,0 (1) | 27,2 (2) |
| 09                | 16,1                              | 21,2 | 24,1 | 26,3 | 27,7 | 28,7 (1) | 29,4 (2) | 30,1 (2) | 30,4 (2) |

(1) : diferencial de pressão não disponível com bobinas 9160/RD2

(2) : diferencial de pressão não disponível com bobinas 9160/RD1 e 9160/RD2

**TABELA 9: Fator de correção para o subesfriamento  $\Delta t_{sub} > 4^{\circ}C$**

| Refrigerantes | 4K | 10K  | 15K  | 20K  | 25K  | 30K  | 35K  | 40K  | 45K  | 50K  |
|---------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| R22           | 1  | 0,94 | 0,9  | 0,87 | 0,83 | 0,8  | 0,77 | 0,74 | 0,72 | 0,69 |
| R134a         | 1  | 0,93 | 0,88 | 0,84 | 0,8  | 0,76 | 0,73 | 0,7  | 0,68 | 0,65 |
| R404A/R507    | 1  | 0,91 | 0,83 | 0,78 | 0,73 | 0,68 | 0,65 | 0,61 | 0,59 | 0,56 |
| R407C         | 1  | 0,93 | 0,88 | 0,83 | 0,79 | 0,75 | 0,72 | 0,69 | 0,66 | 0,64 |
| R410A         | 1  | 0,95 | 0,9  | 0,85 | 0,81 | 0,77 | 0,73 | 0,7  | 0,67 | 0,64 |

Quando o subesfriamento a montante da válvula for diferente de 4° C, corrigir a potencialidade do evaporador dividindo pelo fator de correção adequado identificado na Tabela 9.

[www.castel.it](http://www.castel.it)



ed. 001-VE-POR

Castel Srl  
Via Provinciale 2-4 - 20060 Pessano con Bornago - MI