



Tudo para as aplicações de retalho CO<sub>2</sub>



Introdução

p. 5

Tipos de ciclo

p. 7

CO<sub>2</sub> subcrítico, cascata

p. 9

CO<sub>2</sub> subcrítico, bombeado

p. 15

CO<sub>2</sub> transcrito, booster

p. 19

CO<sub>2</sub> transcrito, motocondensador

p. 25

Componentes comuns

p. 27



## Introdução

*A escolha do tipo de refrigerante e do tipo de sistema é fundamental numa ótica de redução de emissões e salvaguarda do ambiente, ao mesmo tempo o consumo energético e a eficiência são critérios chave que nos últimos anos influenciaram a refrigeração comercial.*

*O CO<sub>2</sub> atualmente é o refrigerante natural mais comercializado no interior dos sistemas centralizados e este compêndio tem o objetivo de rever alguns conceitos chave ligados ao dióxido de carbono e oferece uma panorâmica sobre a tipologia de sistemas de CO<sub>2</sub> atualmente mais divulgadas.*

Embora tenha sido já utilizado no início de 900, o monóxido de carbono viu afirmar a sua utilização como refrigerante só nos últimos anos. Isto é devido ao interesse crescente pelos fluidos naturais e às normas que, especialmente na Europa, estão direcionadas para a limitação da utilização dos refrigerantes sintéticos. A grande disponibilidade, também sob forma de produto residual de outros processos, faz do CO<sub>2</sub> um refrigerante com um custo claramente inferior ao dos fluidos tradicionais. À vantagem económica junta-se também o limitado poder poluente (GWP = 1, nenhum impacto no ozono atmosférico), a ausência de perigos ligados à toxicidade ou inflamabilidade e a não necessidade de reciclar o gás no fim da vida do sistema.

Ao lado das vantagens de tipo económico, político e ecológico, o CO<sub>2</sub> apresenta diferentes características termodinâmicas, que em inúmeras aplicações podem constituir vantagens graças aos quais pode competir ao mesmo nível dos refrigerantes tradicionais.

A principal diferença entre o dióxido de carbono e os fluidos sintéticos é que o ponto crítico se encontra a 31.1 °C, portanto a uma temperatura que pode ser alcançada facilmente em diferentes partes do planeta. No ponto crítico obtém-se a igualdade entre as densidades do líquido e do vapor saturados e, para temperaturas superiores, já não existe diferença entre os dois estádios e fala-se de fase supercrítica. Por conseguinte a pressão e a temperatura não estão mais ligadas entre si, obrigando a alguns cuidados para as manter sob controlo, otimizar a permuta térmica e maximizar a eficiência.

Nota-se também que as pressões de trabalho são muito elevadas, o que constitui o maior desafio para os componentes do sistema, desde os compressores, às válvulas, aos tubos. Todavia, é preciso observar que as pressões elevadas permitem também um diâmetro inferior para os tubos, uma menor penalização devido às perdas de carga e uma menor relação de compressão operativa. Característico do CO<sub>2</sub> é um elevado calor latente por unidade de volume, o que representa uma grande vantagem no que concerne à secção dos permutadores, ao número de circuitos e à carga de refrigerante da unidade.





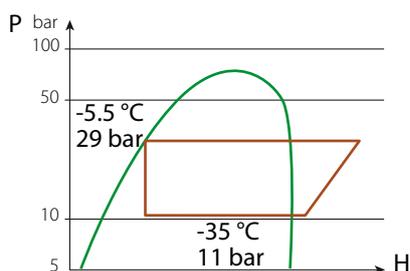
## Tipos de ciclo

Da literatura se depreende que a temperatura crítica para o CO<sub>2</sub> é de cerca de 31°C (87°F) e a pressão crítica, sempre aproximadamente, é igual a 73,6bar (1045psig).

Os sistemas de CO<sub>2</sub> trabalham de forma diferente dependendo de onde nos encontramos, se acima/abaixo do ponto crítico; em suma, fala-se de sistema subcrítico quando a temperatura do CO<sub>2</sub> na fase isotérmica, após a compressão do fluido, é inferior à temperatura crítica enquanto se fala de sistema transcrito quando a temperatura do CO<sub>2</sub> à saída do gás cooler é superior a 31°C e obviamente a temperatura de evaporação é inferior.

### Ciclo Subcrítico

A aplicação mais simples para o dióxido de carbono como refrigerante é a subcrítica: utiliza-se o CO<sub>2</sub> num ciclo secundário de baixa temperatura, quer seja de compressão de vapor (ciclo em cascata) quer seja um anel de CO<sub>2</sub> líquido com uma bomba de circulação.

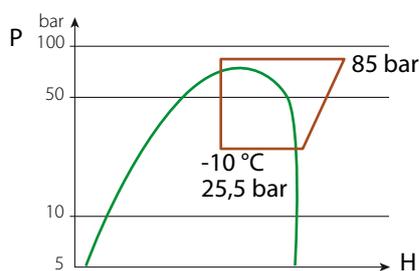


procedimento de refrigeração subcrítico

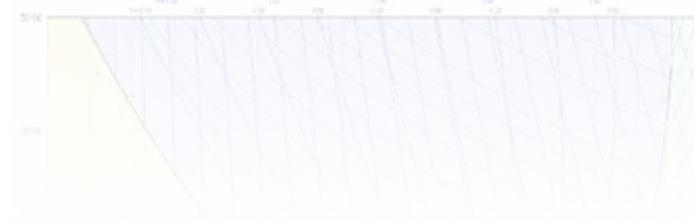
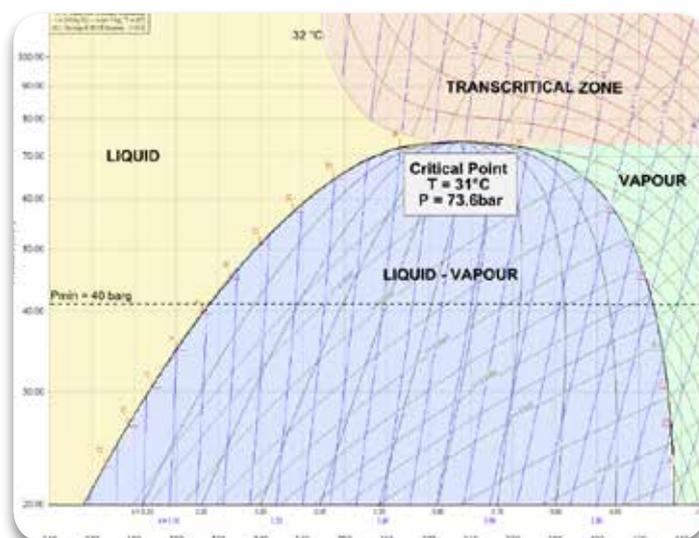
O ciclo primário é confiado a um fluido refrigerante tradicional e tem a tarefa de manter a temperatura de condensação do ciclo de CO<sub>2</sub> abaixo do ponto crítico, geralmente entre -5 e -10 °C.

### Ciclo transcrito

Também é possível a utilização de um ciclo de CO<sub>2</sub> que permuta o calor com o ambiente externo. Neste caso deve-se falar de ciclo transcrito desde o momento em que nalguma fase do ano a temperatura ambiente estará próxima ou superior ao ponto crítico de 31.1 °C.



procedimento de refrigeração transcrito

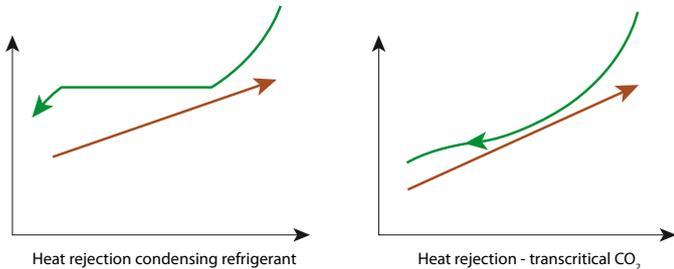


### Recuperação do calor nas aplicações do tipo Booster

A principal diferença relativamente ao normal ciclo frigorífero é constituída pela fase de refrigeração do gás comprimido que não corresponde a uma condensação a temperatura constante como acontece nos ciclos tradicionais.

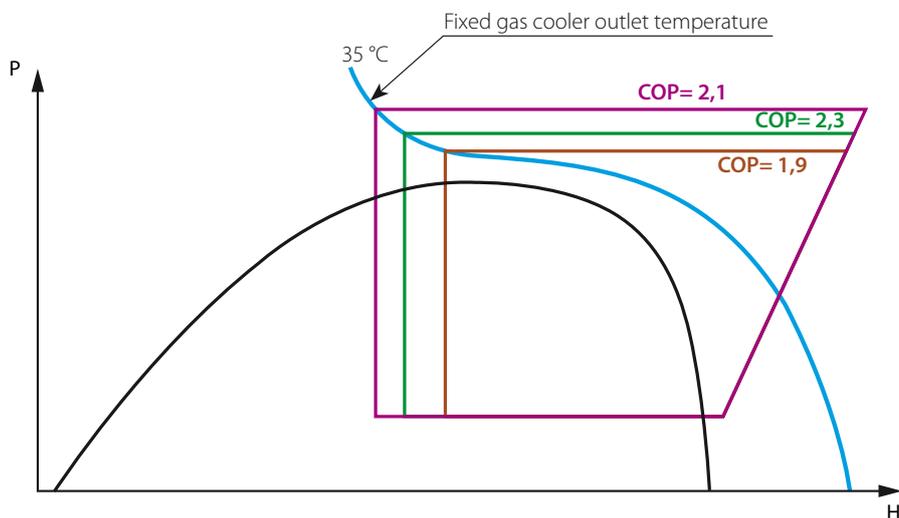
Permuta energética entre o ar e um refrigerante não natural

Permuta energética entre o ar e CO<sub>2</sub>



No caso da condensação obtém-se uma transformação a pressão constante em que o gás passa para o estado líquido, no caso de um ciclo transcritical obtém-se uma transformação em que o gás supercritical vê reduzir constantemente a sua temperatura. Por isso também a construção do permutador de calor de alta pressão é diferente e fala-se de gás refrigerante em vez de condensador. A permuta de calor é favorecida por esta característica do dióxido de carbono, visto que os dois fluidos em cada fase da transformação das temperaturas mais próximas contrariamente ao que acontece na condensação tradicional. Esta vantagem pode ser aproveitada eficazmente nas bombas de calor, obtendo rendimentos superiores relativamente às máquinas tradicionais.

No que respeita à eficiência do ciclo é importante ter em conta a regulação da pressão na saída do gás refrigerante. Observando o diagrama p-h, fixada uma temperatura de saída do gás refrigerante (azul na figura), podem ser considerados diferentes ciclos em função da pressão à qual é mantido o permutador. Observa-se que, partindo do ciclo desenhado de cor castanha, e aumentando a pressão, obtém-se um aumento do rendimento ( $\Delta h_{EVAP}$ ) superior ao aumento do trabalho de compressão ( $\Delta h_{COMP}$ ): a eficiência aumenta. Superada a pressão do ciclo desenhado de cor verde, o aumento do trabalho de compressão torna-se superior ao do rendimento frigorífero, com uma redução da eficiência (ciclo desenhado de cor violeta). Portanto, por cada temperatura de saída do gás refrigerante, pode definir-se uma Pressão ideal, que maximiza a eficiência do mesmo ciclo.



COP diversos a temperatura constante no diagrama PH

## CO<sub>2</sub> subcrítico, cascata

*O CO<sub>2</sub> nos sistemas subcríticos em cascata é o refrigerante utilizado para o estágio de baixa temperatura (aspiração dos compressores a -30/-35°C). O calor cedido pela condensação do CO<sub>2</sub> é absorvido pelo refrigerante do estágio de média temperatura. Este procedimento é realizado através de um permutador de calor em cascata entre os dois refrigerantes.*

Particularmente indicados como aplicação de refrigerante natural nas regiões com temperaturas ambientais médio altas, os sistemas de CO<sub>2</sub> subcrítico em cascata são normalmente utilizados em climas quentes ou como primeiro passo na utilização de CO<sub>2</sub> como refrigerante. Os sistemas em cascata são constituídos por dois circuitos, um de média temperatura (tipicamente r134a, r404a o NH<sub>3</sub>) e um de baixa temperatura (r744) interligados por um ou mais permutadores de calor, normalmente de placas, que de um lado condensam o CO<sub>2</sub> e do outro se apresentam como normais evaporadores para o circuito de média temperatura.

### Vantagens e desvantagens

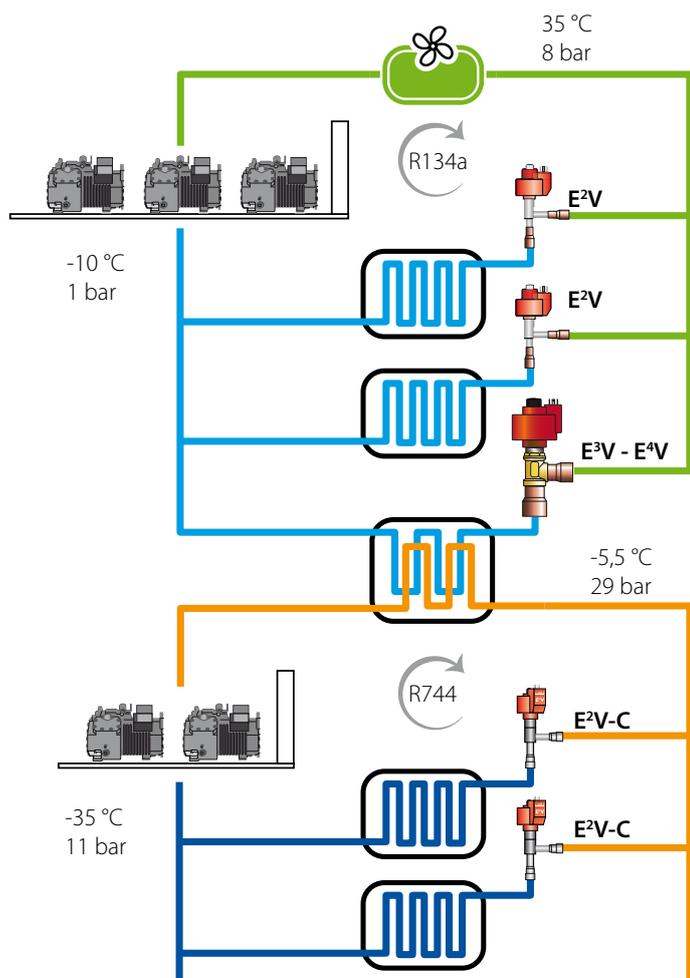


- Sistema relativamente similar a um sistema tradicional (r404);
- Pressões de exercício similares às tradicionais (máx 45 barg);
- Médio conteúdo de gás não natural;
- Eficiência do sistema melhor que os standards e aplicável em todos os climas



- Se não for NH<sub>3</sub>, o sistema não é completamente ecológico
- Se for NH<sub>3</sub>, a central de média temperatura não pode ser utilizada em todos os países para fornecer também os utilizadores de média temperatura
- Maior cuidado com as pressões presentes no circuito secundário





exemplo de sistema CO<sub>2</sub> subcrítico cascata

## Solução CAREL

### Lista dos controlos:

- pRack pR300 + EXV para a central e permutador de placas;
- MPXPRO + E2V para bancadas;
- EVDEVO + Ultracap para a segurança das válvulas

### pRack pR300: controlo para a gestão de centrais frigoríficas

pRack pR300 permite gerir quer a central de média quer a de baixa temperatura com um ou mais controlos, conforme a dimensão da central. Um único instrumento capaz de gerir a ativação e a segurança dos compressores quer BT quer MT (inversor, paralizações e compressores de diferente potência), o condensador de média (EC ventiladores, inversor, passo), eventuais sistemas de sub-refrigeração, a sincronização entre as duas centrais e a comunicação com os drivers para a gestão das válvulas de expansão eletrónica do permutador de cascata.

Os permutadores de placas normalmente utilizados para condensar o CO<sub>2</sub> podem ser no máximo dois e a gestão das válvulas de expansão pode ser feita com o driver integrado em pRack pR300 ou driver externos EVD EVO adequadamente integrados no sistema (comunicação fieldbus RS485).



### Driver EVDEVO: controlo para válvula de expansão

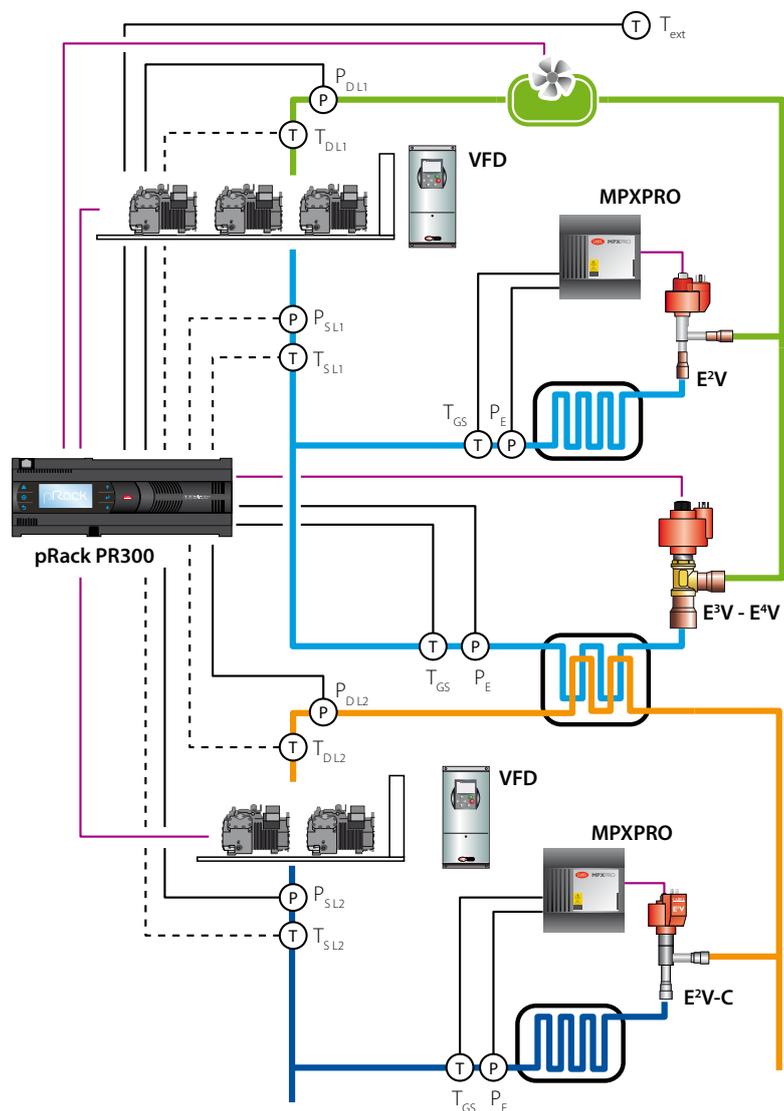
Ponto crucial deste tipo de sistema é o permutador de calor de cascata, normalmente de placas, que regula a condensação do sistema em CO<sub>2</sub>. Presentes por vezes em dois para melhorar a regulação com baixa carga e para aumentar o nível de segurança, são normalmente regulados por válvulas de expansão eletrónicas stepper EXV (as válvulas eletrónicas PWM nestes âmbitos não garantem rendimentos ideais).

Nestas aplicações, além da tradicional regulação com base no sobreaquecimento em aspiração, acrescenta-se a integração com a central de baixa temperatura por via direta se o driver está integrado no controlo da central de baixa temperatura ou através de comunicação serial se o driver EVD EVO for externo.

Dada a natureza do refrigerante, é necessário manter constantemente monitorizado o CO<sub>2</sub> líquido condensado para garantir boas prestações.



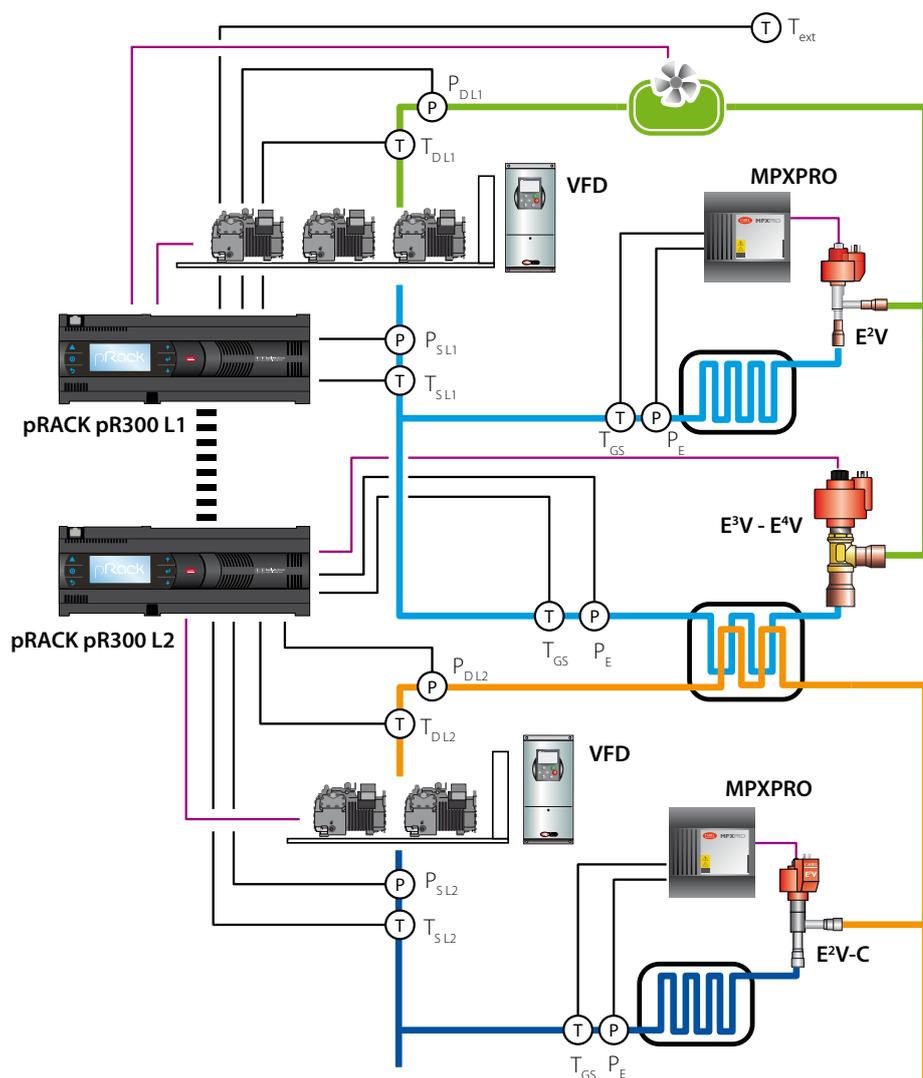
Esquema de controlo com pRack placa única e driver único built-in



Conexões pRack

sigla	descrição	Tipo de sonda
Teste	Temperatura externa	NTC - HP
PD L1	Pressão de descarga linha 1 (média temperatura)	4-20 mA 0-18,2 barg
PD L1	Temperatura de descarga linha 1 (média temperatura)	NTC - HT (Para o controlo da temperatura de descarga (opcional))
PD L1	Pressão de descarga linha 1 (média temperatura)	4-20 mA 0-7 barg (Poderá ser utilizada em backup à PE)
PD L1	Temperatura de aspiração linha 1 (média temperatura)	NTC - HF (Para o controlo do sobreaquecimento de aspiração (opcional))
PE	Pressão de evaporação do permutador de calor	Raciométrica -1-9,3 barg
TGS	Temperatura do gás sobreaquecido do permutador de calor	NTC - HF
PD L2	Pressão de descarga linha 2 (baixa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
TD L2	Temperatura de descarga linha 2 (baixa temperatura)	NTC - HT (Para o controlo da temperatura de descarga (opcional))
PD L2	Pressão de aspiração linha 2 (baixa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
TS L2	Temperatura de aspiração linha 2 (baixa temperatura)	NTC - HF (Para o controlo do sobreaquecimento de aspiração (opcional))

Esquema de controlo com pRack placa dupla e driver único built-in



Conexões pRack L1

sigla	descrição	Tipo de sonda
T <sub>ext</sub>	Temperatura externa	NTC - HP
P <sub>DL1</sub>	Pressão de descarga linha 1 (média temperatura)	4-20 mA 0-18,2 barg
T <sub>DL1</sub>	Temperatura de descarga linha 1 (média temperatura)	NTC - HF (Para o controlo da temperatura de descarga)
P <sub>SL1</sub>	Pressão de aspiração linha 1 (média temperatura)	4-20 mA 0-7 barg
T <sub>SL1</sub>	Temperatura de aspiração linha 1 (média temperatura)	NTC - HF (Para o controlo do sobreaquecimento de aspiração)

sigla	descrição	Tipo de sonda
P <sub>E</sub>	Pressão de evaporação do permutador de calor	Raciométrica -1-9,3 barg
T <sub>GS</sub>	Temperatura do gás sobreaquecido do permutador de calor	NTC - HF
P <sub>DL2</sub>	Pressão de descarga linha 2 (baixa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>DL2</sub>	Temperatura de descarga linha 2 (baixa temperatura)	NTC - HF (Para o controlo da temperatura de descarga)
P <sub>SL2</sub>	Pressão de aspiração linha 2 (baixa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>SL2</sub>	Temperatura de aspiração linha 2 (baixa temperatura)	NTC - HF (Para o controlo do sobreaquecimento de aspiração)

## Característica do sistema

### DSS: Double system synchronization

Sistema de comunicação entre a central de média temperatura e a de baixa temperatura.

O circuito de baixa temperatura, de facto, não pode funcionar corretamente se o circuito de média não está em função, a comunicação entre as duas centrais, portanto, é indispensável para sincronizar o funcionamento das duas centrais e modificar as dinâmicas de funcionamento em caso de necessidade.

Em especial é possível:

- forçar o funcionamento da central de média temperatura caso a central de baixa esteja em função quer durante o arranque quer durante o normal funcionamento
- forçar a desligação da central de baixa temperatura caso a central de média não seja capaz de funcionar corretamente
- evitar arranques simultâneos dos compressores das diferentes centrais para reduzir os picos de energia absorvida;
- esvaziar a bomba da central de média temperatura quando pelo menos um compressor da central de baixa temperatura está em função

### EEVS: Electronic Expansion Valve Synchronization

Sistema de comunicação entre a central de baixa temperatura (pRack pR300) e o driver de gestão da válvula de expansão eletrónica do permutador de placas integrado no pRack pR300 ou externo (EVD EVO).

A central de baixa temperatura pode, neste caso, comunicar ao driver as mudanças de capacidade frigorífica e modular a capacidade do evaporador com base na pressão de condensação do CO<sub>2</sub> poupando a utilização de sondas adicionais e obtendo uma regulação fina e cuidada da pressão de condensação. A troca de informações entre a central e o permutador permite, portanto, adicionar à tradicional regulação do sobreaquecimento dos fatores vitais neste tipo de sistema, tais como: a variação da capacidade frigorífica da central de baixa temperatura e o andamento da pressão de condensação do CO<sub>2</sub>.

Esta função é utilizável caso se utilize:

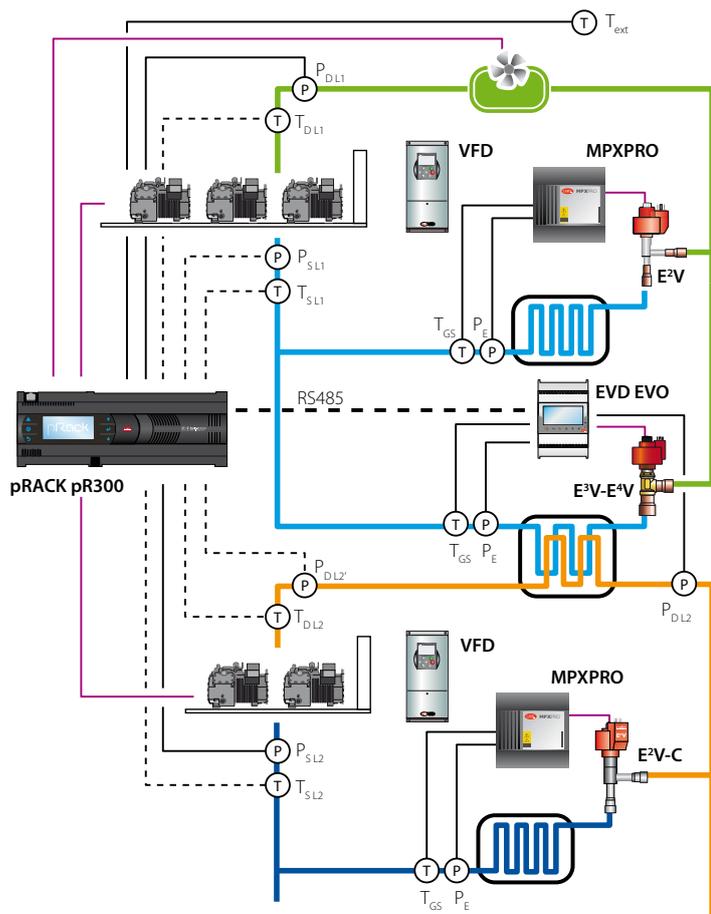
- pRack pR300 com driver integrado com um único permutador
- pRack pR300 com driver EVD EVO externo individual
- pRack pR300 com 2 drivers EVD EVO externos individuais;
- pRack pR300 com 2 driver EVD EVO dos quais um integrado (1 permutador único) e 1 externo individual

### Proteção inversa alta temperatura de condensação (HiTcond) em S3

Procedimentos de segurança estão previstos ligando a sonda de pressão de condensação diretamente ao driver EVD EVO (externo ou integrado), desta forma a regulação da válvula será diretamente influenciada por um procedimento de segurança que tem tendência para abrir a válvula caso a pressão de condensação do CO<sub>2</sub> seja demasiado elevada. Neste caso a pressão de condensação do CO<sub>2</sub> ligada ao pRack torna-se opcional.

Com a proteção HiTcond inversa tenta-se reduzir rápidos incrementos da pressão de condensação do circuito de CO<sub>2</sub> possivelmente devidos a variações de carga, das condições de trabalho, regulação instável dos compressores e problemáticas genéricas através de um incremento imprevisto da abertura da válvula.

Esquema de controlo com pRack placa individual e driver individual externo integrado com proteção alta pressão CO<sub>2</sub>



Conexões pRack

sigla	descrição	Tipo de sonda
T <sub>ext</sub>	Temperatura externa	NTC - HP
P <sub>D11</sub>	Pressão de descarga linha 1 (média temperatura)	4-20 mA 0-18,2 barg
T <sub>D11</sub>	Temperatura de descarga linha 1 (média temperatura)	NTC - HT (Para o controlo da temperatura de descarga (opcional))
P <sub>S11</sub>	Pressão de aspiração linha 1 (média temp.)	4-20 mA 0-7 barg (Poderá ser utilizada em backup à PE)
T <sub>S11</sub>	Temperatura de aspiração linha 1 (média temp.)	NTC - HF (Para o controlo do sobreaquecimento de aspiração (opcional))
P <sub>D12</sub>	Pressão de descarga linha 2 (baixa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg (Poderá ser utilizada em backup à PD L2)
T <sub>D12</sub>	Temperatura de descarga linha 2 (baixa temperatura)	NTC - HF (Para o controlo da temperatura de descarga (opcional))
P <sub>S12</sub>	Pressão de aspiração linha 2 (baixa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>S12</sub>	Temperatura de aspiração linha 2 (baixa temperatura)	NTC - HF (Para o controlo do sobreaquecimento de aspiração (opcional))

Conexões EVD EVO

sigla	descrição	Tipo de sonda
P <sub>D12</sub>	Pressão de descarga linha 2 (baixa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
P <sub>E</sub>	Pressão de evaporação do permutador de calor	Raciométrica -1-9,3 barg
T <sub>GS</sub>	Temperatura do gás sobreaquecido do permutador de calor	NTC - HF

## CO<sub>2</sub> subcrítico, bombeado

*O CO<sub>2</sub> nos sistemas subcríticos bombeados é o refrigerante utilizado para ambos (se presentes) os níveis de baixa e média temperatura. Nestes sistemas de CO<sub>2</sub> como refrigerante secundário, onde o circuito primário, normalmente um chiller de HFC/HC, tem a função de refrigerar o CO<sub>2</sub> líquido, que depois é bombeado para o interior do sistema; também este procedimento é efetuado através de um permutador de calor ao qual, porém, se adicionam um recetor de líquido e uma bomba específica.*

Menos utilizado dos tradicionais sistemas subcríticos em cascata permite limitar os refrigerantes HFC apenas na sala máquinas. Os utilizadores de média temperatura são alimentados com CO<sub>2</sub> líquido bombeado, enquanto os utilizadores de baixa temperatura são dotados de válvulas de expansão. O CO<sub>2</sub> é refrigerado por um chiller específico (NH<sub>3</sub> ou r134a) no interior de um depósito com um evaporador normalmente de feixe tubular.

Aos sistemas tradicionais junta-se a gestão das bombas que fazem circular o CO<sub>2</sub> líquido nos evaporadores de média temperatura, nestes evaporadores não expande mas sobreaquece somente regressando ao recetor no estado semilíquido.

### Vantagens e desvantagens

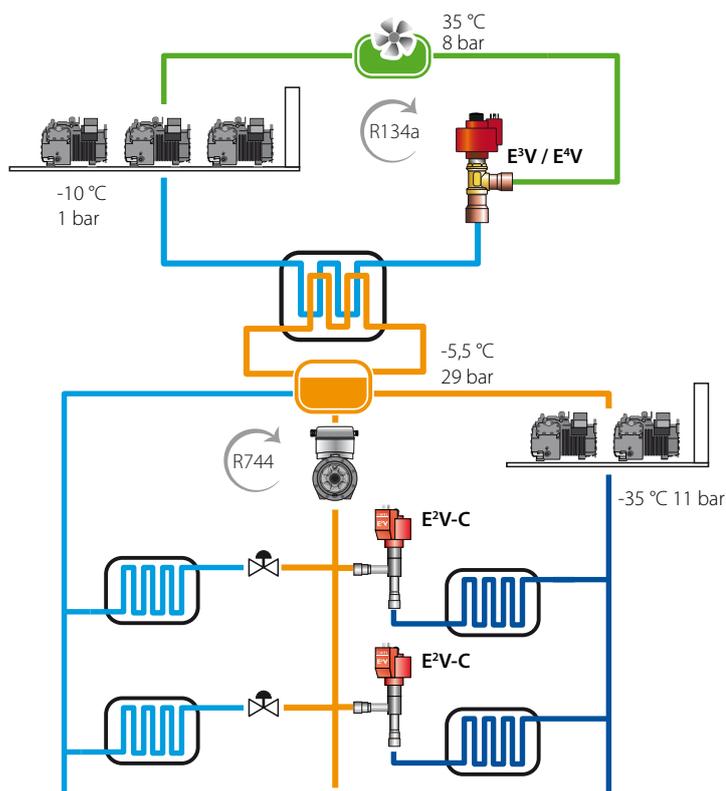


- baixo conteúdo de refrigerante não natural;
- é possível utilizar também amoníaco (NH<sub>3</sub>) que fica limitado na sala das máquinas;
- sistema completamente biológico em ambiente expositivo.



- muito sensível ao dimensionamento dos tubos do sistema bombeado;
- consumo energético das bombas adicional;
- maior cuidado com as pressões presentes no circuito secundário.





exemplo de sistema CO2 subcrítico bombeado

## Solução CAREL

### Lista dos controlos:

- pRack pR300 + EXV para a central e evaporador de feixe tubular
- MPXPRO + E2V para bancadas
- MPXPRO light per bancadas de média temperatura
- EVDEVO + Ultracap para a segurança das válvulas

### pRack pR300: controlo para a central frigorífica

Capaz de gerir quer os compressores do chiller, regulados com base na pressão do CO<sub>2</sub> no interior do recetor, quer os compressores de baixa temperatura, aplica as mesmas funcionalidades de sincronização entre as duas centrais. Importante neste tipo de sistemas é o funcionamento coordenado da central de média temperatura com o regulador do evaporador de feixe tubular para prevenir problemáticas de baixa pressão.

A regulação da pressão no interior do recetor é a função principal, dada a quantidade de refrigerante no interior e, portanto, a sua notável inércia é indispensável ativar os compressores com base na pressão do mesmo recetor, a pressão de aspiração da central de média, portanto, será monitorizada apenas como segurança para prevenir problemas de baixa pressão. pRack pode também gerir simples sistemas de bombeamento com ou sem inversor.



### MPXPRO e MPXPRO light

O MPXPRO para os utilizadores de baixa temperatura com válvula de expansão eletrónica, e para os utilizadores de média temperatura graças a uma nova função do controlo que permite a utilização de uma válvula passo-a-passo para a regulação de um fluxo de refrigerante líquido. Em alternativa é possível utilizar o MPXPRO light nos utilizadores de média temperatura onde não é necessário a utilização de válvula de expansão eletrónica, mas apenas a gestão do fluido refrigerante com base no pedido da bancada.

Compatível com a versão full optional, o MPXPRO light permite uma estandardização do sistema no que respeita a esquemas elétricos e à instalação.

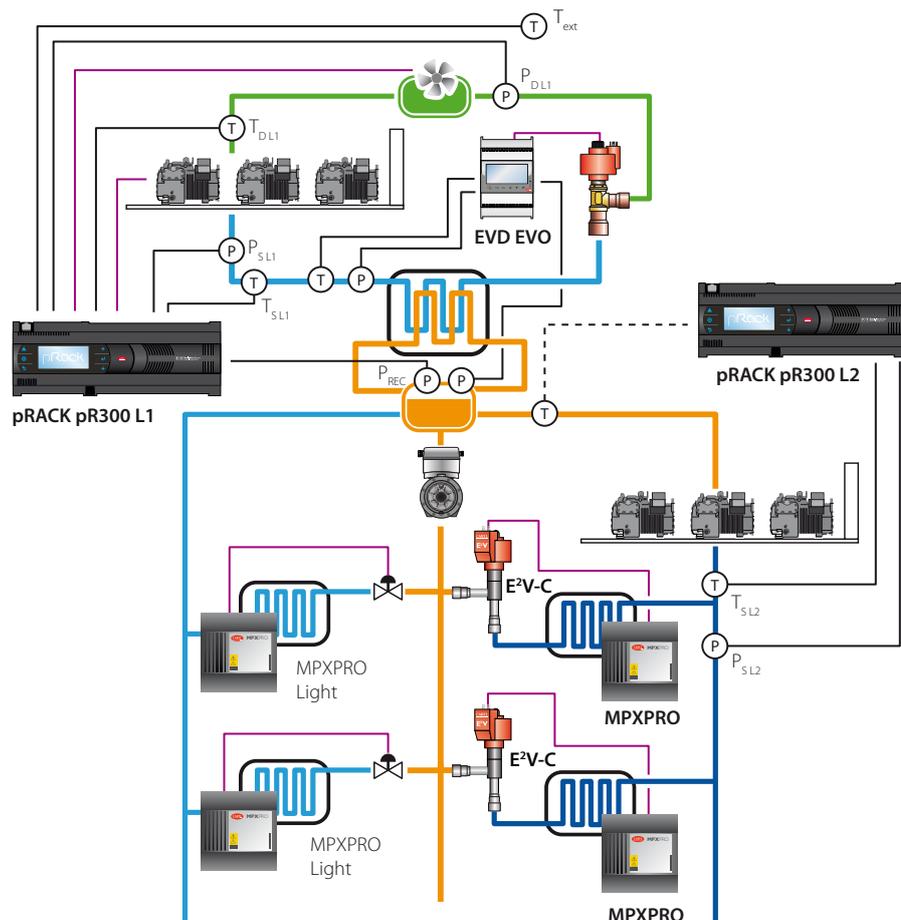


### Driver EVD EVO: controlo para válvula de expansão

A gestão do evaporador de feixe tubular é crítica neste tipo de aplicações, as dimensões do evaporador, a inércia da carga e a proximidade dos compressores impõem uma regulação muito fina que se deve adaptar rapidamente ao acendimento ou desligação dos compressores, responder gradualmente à mudança de carga não alagar os compressores e preservar de alarmes de baixa pressão de aspiração. Funcionalidade do driver EVD EVO como as proteções do baixo sobreaquecimento, de baixa pressão de aspiração e de proteção da alta pressão de condensação do CO<sub>2</sub> devem ser, portanto, corretamente calibradas com base nas características do sistema (número e tipo de compressores, tamanho do evaporador e do recetor, presença de recetores em aspiração, dinâmicas do sistema)



Esquema de controlo com pRack placa dupla



Conexões pRack pR300 L1

sigla	descrição	Tipo de sonda
T <sub>ext</sub>	Temperatura externa	NTC - HP
P <sub>DL1</sub>	Pressão de condensação linha 1 (média temperatura)	4-20 mA 0-18 barg
T <sub>DL1</sub>	Temperatura de descarga linha 1 (média temperatura)	NTC - HF (Para o controlo da temperatura de descarga)
P <sub>SL1</sub>	Pressão de aspiração linha 1 (média temperatura)	4-20 mA 0-10barg (Para o controlo do alarme de baixa pressão)
T <sub>SL1</sub>	Temperatura de aspiração linha 1 (média temperatura)	NTC - HF (Para o controlo do sobreaquecimento de aspiração)
P <sub>REC</sub>	Pressão do recetor de CO <sub>2</sub>	4-20 mA 0-10barg (Para o controlo dos compressores de média temperatura)

Conexões pRack pR300 L2

sigla	descrição	Tipo de sonda
T <sub>DL2</sub>	Temperatura de descarga linha 2 (baixa temperatura)	NTC - HF (Para o controlo da temperatura de descarga (opcional))
P <sub>SL2</sub>	Pressão de aspiração linha 2 (baixa temperatura)	4-20 mA 0-44,8barg
T <sub>SL2</sub>	Temperatura de aspiração linha 2 (baixa temperatura)	NTC - HF (Para o controlo do sobreaquecimento de aspiração)

Conexões EVD EVO

sigla	descrição	Tipo de sonda
P <sub>REC</sub>	Pressão de descarga linha 2 (baixa temperatura)	4-20 mA 0-44,8barg
P <sub>E</sub>	Pressão de evaporação do permutador de calor	Raciométrica -1-9,3barg
T <sub>GS</sub>	Temperatura do gás sobreaquecido do permutador de calor	NTC - HF



## CO<sub>2</sub> transcrito, booster

*O CO<sub>2</sub> nos sistemas transcritos é refrigerado, mas não condensado à saída do gás cooler, dado que se está perante temperaturas superiores à temperatura crítica. Fala-se de sistema booster quando estamos perante dois níveis de compressão do mesmo refrigerante, pelo que o CO<sub>2</sub> de envio aos compressores de baixa temperatura, através de um intercooler, é canalizado para a aspiração dos compressores de média temperatura.*

Sistemas booster de CO<sub>2</sub> transcritos são os mais promissores sistemas de refrigerante natural utilizáveis em âmbitos de retalho.

São geralmente constituídos por 4 secções diferentes que se diferenciam normalmente pelas pressões em atuação:

- alta pressão: a zona entre o envio dos compressores de média e a válvula HPV (a vermelho), segurança a 130 bar;
- pressão intermédia: a zona entre a válvula HPV e todas as válvulas de expansão (cor-de-laranja), segurança a 90 bar;
- média pressão: a zona dos evaporadores de média temperatura a jusante das válvulas de expansão até à aspiração dos compressores de média (azul), segurança a 60 bar;
- baixa pressão: a zona dos evaporadores de baixa temperatura a jusante das válvulas de pressão até à aspiração dos compressores de baixa (azul), segurança a 45 bar;

Um sistema tradicional de base com utilização de compressores paralelos é mostrado na figura abaixo. Diversas versões podem ser encontradas no mercado sobretudo pela utilização de permutadores de placas que aumentam a eficiência do sistema e/ou ajudam o seu correto funcionamento. Não entrando normalmente na lógica de funcionamento global do sistema, não serão tomados em consideração neste documento



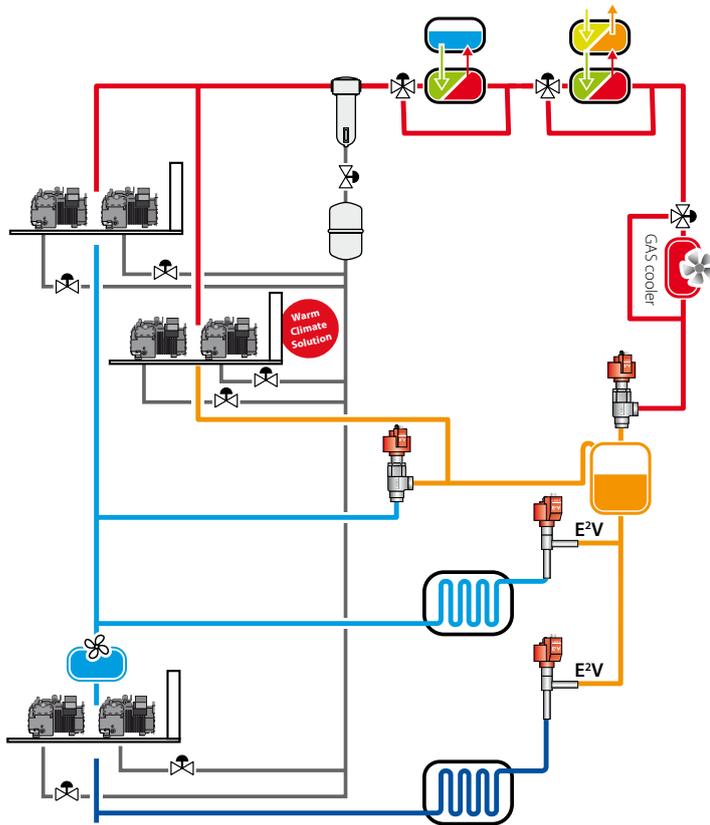
### Vantagens e desvantagens



- sistema com completa utilização de refrigerantes naturais (CO<sub>2</sub>)
- diversos estudos demonstram uma eficiência maior que quaisquer outros tipos de sistema (r404a tradicional ou CO<sub>2</sub> subcrítico) com temperatura ambiental média inferior a 15 °C
- tecnologia em standardização, custos em redução



- altas pressões presentes (até 120 barg)
- sistemas normalmente mais complicados que os tradicionais
- eficiência boa mesmo em ambientes com clima quente (>15 °C) com utilização de tecnologias adicionais tais como: compressão paralela, chillBooster e recuperação de calor



exemplo de sistema CO<sub>2</sub> transcrito

Em geral o gás aspirado pelos compressores de média temperatura a uma pressão de cerca de 26 barg (pressão máxima 40-60 barg), de envio dos compressores, atravessa normalmente um sistema (mais ou menos complicado) de recuperação de calor, essencial para o rendimento global da máquina, e o gás cooler. Nesta zona a pressão de trabalho depende essencialmente da temperatura externa e pode variar de valores mínimos à volta de 40-45 barg com base no tipo de compressores utilizados a 120 barg, pressão máxima das válvulas de segurança. O nome gás cooler é dado exatamente pelo facto de que com base nas condições climáticas não significa que consiga condensar o CO<sub>2</sub> que se apresenta à válvula de alta pressão HPV sob forma de gás denso. A válvula de alta pressão (HPV), que é o coração deste tipo de sistema e determina o seu rendimento, tem a função de fazer trabalhar o sistema nas condições mais favoráveis naquele determinado instante, baixar por conseguinte a pressão até 35-40 barg de trabalho do recetor a jusante e depois condensar o CO<sub>2</sub>. A regulação da pressão do recetor é obtida através da válvula RPRV ou válvula de flashgás que tem exactamente a função de bypassar parte do gás para manter constante a pressão do recetor. Do recetor o líquido passa para todos os utilizadores, quer de média quer de baixa; o líquido expandido pelas válvulas dos evaporadores de baixa é depois aspirado pelos compressores LT e posteriormente misturado com o gás proveniente dos evaporadores de média e pela válvula de regulação do recetor (nesta zona a pressão máxima pode variar dos 25 aos 60 barg). Tais gases, de temperaturas diferentes, são posteriormente aspirados pelos compressores de média temperatura.

Entre as variantes mais utilizadas podem encontrar-se:

- inter cooler de arrefecimento do gás de envio dos compressores de baixa (gerem uma segunda linha de condensação em temperatura)
- permutadores de placas entre o gás derivante da válvula RPRV e a linha do líquido, com o duplo objetivo de sub-refrigerar o líquido para os evaporadores e mitigar o aquecimento derivado da válvula de flash

- permutadores de placas entre a aspiração de média temperatura e a saída do gás cooler, com o duplo objetivo de ajudar a mistura dos diferentes gases em aspiração dos compressores e arrefecer ulteriormente o gás de saída do gás cooler

## Solução CAREL

### Lista dos controlos:

- pRack pR300T + ExV-C para a central e válvulas de alta pressão;
- MPXPRO + E2V para bancadas;
- EVDEVO + Ultracap para a segurança das válvulas;
- chillBooster para arrefecimento evaporativo

### pRack pR300T: controlo para a gestão de centrais frigoríficas CO<sub>2</sub> transcricas

o pRack pR300T permite a gestão completa em configurações de uma o múltiplas placas de centrais CO<sub>2</sub> transcricas quer de pequenas dimensões quer de médio-grandes. Com um único instrumento, de facto, é possível gerir a ativação e a segurança quer dos compressores de baixa quer de média temperatura, eventuais sistemas de recuperação de calor, o gás cooler, o sistema de recuperação do óleo, a válvula de alta pressão (HPV) e a válvula de regulação da pressão do recetor (RPRV).

As válvulas HPC e RPRV podem ser geridas diretamente pelo pRack pR300T com driver integrado ou com driver EVD EVO externo. Ambos os instrumentos são compatíveis com todas as válvulas disponíveis no mercado.



### E3V-C: válvula de alta pressão

A consolidada experiência da Carel nas válvulas de laminação de alta eficiência, e em especial naquelas para refrigerantes naturais, traduz-se numa família de válvulas especificamente projetada para aplicações transcricas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), adequada para sistemas de refrigeração em instalações comerciais e industriais em especial do setor alimentar

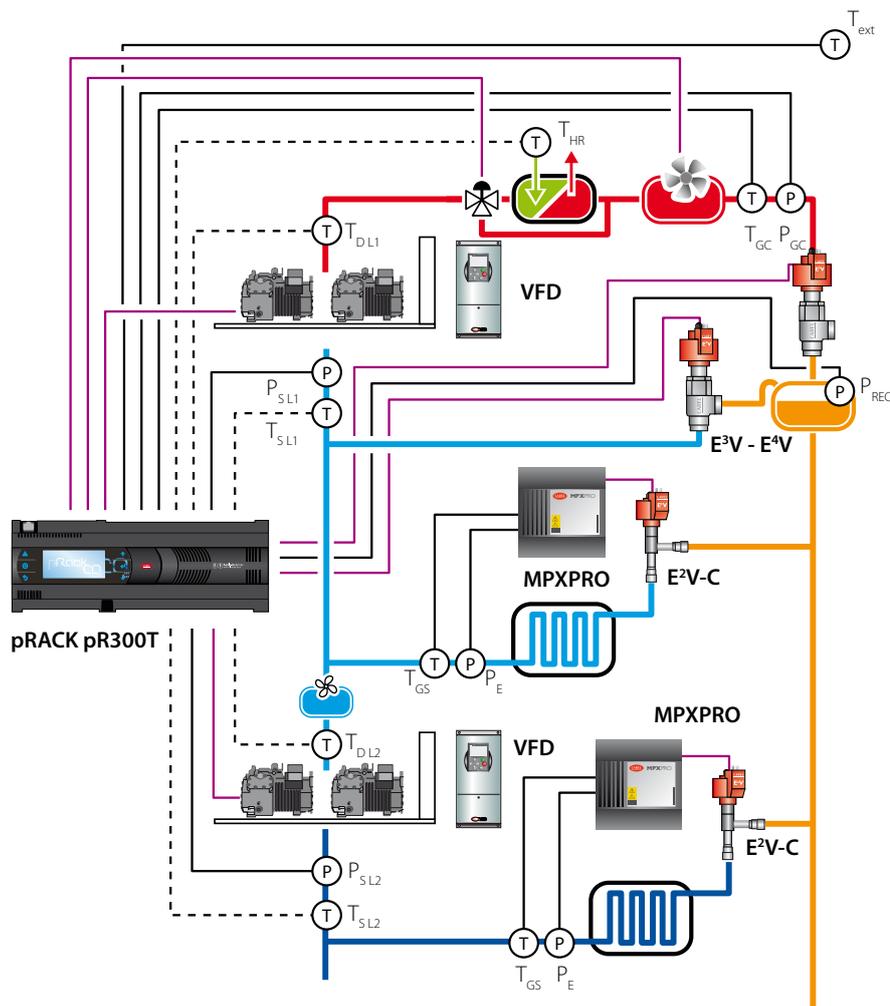
Toda a série EXV-C garante máxima liberdade de instalação. Liberdade permitida pelas dimensões deveras reduzidas (até 30% menos que as alternativas), fruto de um design patenteado (patent pending), e pelo estator removível que mesmo na ausência de alimentação, graças ao acessório opcional EEVMAG, permite a completa manobrabilidade manual da válvula.

As dimensões reduzidas da E3V-C significam também um peso sensivelmente inferior aos produtos atualmente disponíveis, facilitando a instalação e reduzindo os problemas derivados das vibrações do sistema.

Uma construção desmontável e um filtro limpável de aço inox facilitam ulteriormente a instalação e a manutenção da E3V-C.



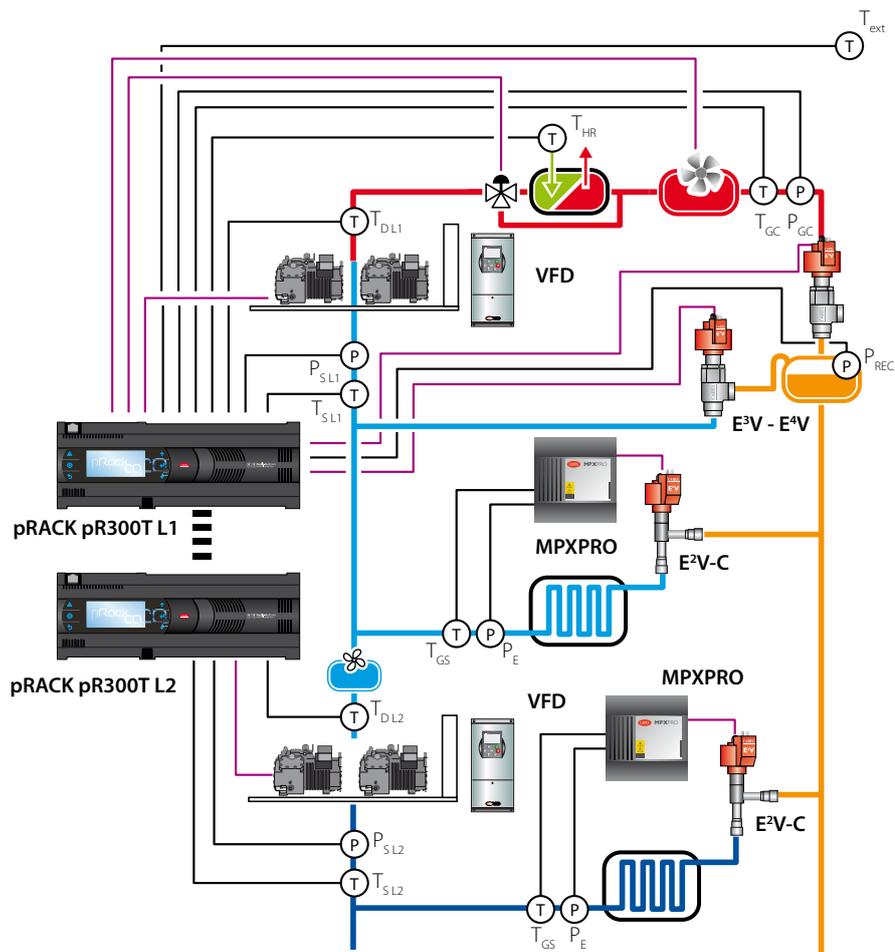
Esquema de controlo com pRack placa única e driver twin integrado



Conexões pRack pR300T

sigla	descrição	Tipo de sonda
T <sub>ext</sub>	Temperatura externa	NTC - HP
P <sub>GC</sub>	Pressão do gás cooler	4-20 mA 0-150 barg
T <sub>GC</sub>	Temperatura de saída do gás cooler	NTC - HF
T <sub>HR</sub>	Temperatura heat reclaim	NTC - HF (Para o controlo do sistema de recuperação do calor (opcional))
P <sub>REC</sub>	Pressão do recetor	4-20 mA 0-60 barg
P <sub>SL1</sub>	Pressão de aspiração linha 1 (média temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>SL1</sub>	Temperatura de aspiração linha 1 (média temperatura)	NTC - HF (Para o controlo do sobreaquecimento de aspiração (opcional))
T <sub>DL2</sub>	Temperatura de descarga linha 2 (baixa temperatura)	NTC - HF (Para o controlo da temperatura de descarga (opcional))
P <sub>SL2</sub>	Pressão de aspiração linha 2 (baixa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>SL2</sub>	Temperatura de aspiração linha 2 (baixa temperatura)	NTC - HF (Para o controlo do sobreaquecimento de aspiração (opcional))

Esquema de controlo com pRack placa dupla e driver twin integrado



Conexões pRack pR300T L1

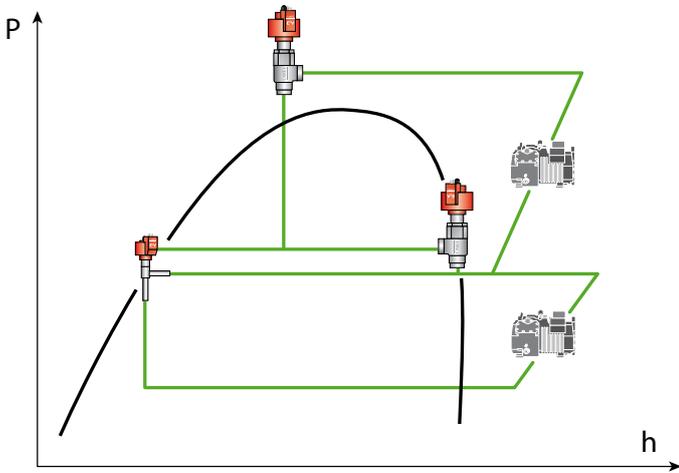
sigla	descrição	Tipo de sonda
T <sub>ext</sub>	Temperatura externa	NTC - HP
P <sub>GC</sub>	Pressão do gás cooler	4-20 mA 0-150 barg
T <sub>GC</sub>	Temperatura de saída do gás cooler	NTC - HF
T <sub>HR</sub>	Temperatura heat reclaim	NTC - HF (Para o controlo do sistema de recuperação do calor)
P <sub>REC</sub>	Pressão do recetor	4-20 mA 0-60 barg
P <sub>SL1</sub>	Pressão de aspiração linha 1 (média temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>SL1</sub>	Temperatura de aspiração linha 1 (média temperatura)	NTC - HF (Para o controlo do sobreaquecimento de aspiração)

Conexões pRack pR300T L2

sigla	descrição	Tipo de sonda
T <sub>DL2</sub>	Temperatura de descarga linha 2 (baixa temperatura)	NTC - HF (Para o controlo da temperatura de descarga)
P <sub>SL2</sub>	Pressão de aspiração linha 2 (baixa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>SL2</sub>	Temperatura de aspiração linha 2 (baixa temperatura)	NTC - HF (Para o controlo do sobreaquecimento de aspiração)

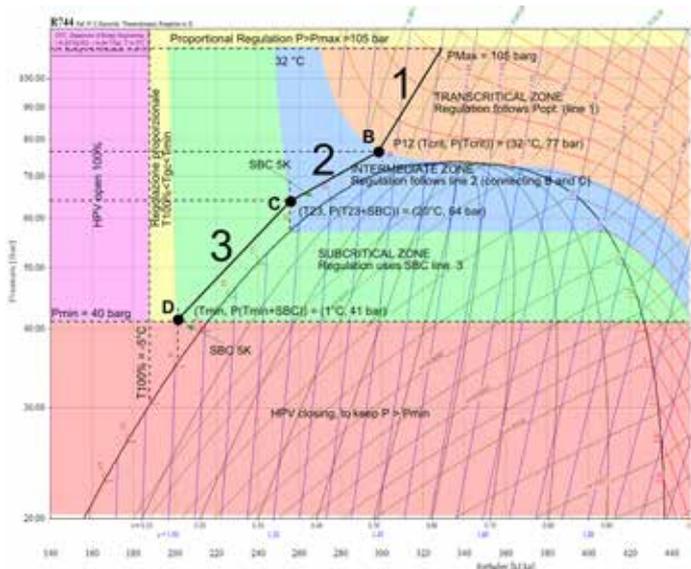
## Característica do sistema

### Regulação das válvulas de alta pressão



O algoritmo de regulação da válvula HPV no interior de pRACK pR300T é gerido com base na leitura da temperatura de saída do gás cooler TGC e pela pressão do gás cooler PGC. De acordo com as condições de funcionamento, o sistema pode funcionar em:

- regime transcrito (linha 1) onde o instrumento regula a válvula HPV para manter o ponto de trabalho ideal que maximiza o COP da central
- regime subcrítico (linha 3) onde o instrumento tenta manter um determinado nível de sub-refrigeração
- regime de transição (linha 2) onde o instrumento tenta manter o mais suave possível a passagem de transcrito para subcrítico, dada a natureza do refrigerante naquela zona que não está nem em estado líquido nem gasoso.



A gestão da válvula de flash gás (RPRV) mantém constante a pressão no interior do recetor à volta de um set pré-definido, em condições extremas pode modificar as condições de funcionamento da válvula HPV de modo a manter corretamente em função todo o sistema. O sistema de recuperação do óleo gere os níveis do óleo do separador, comanda o solenoide de injeção do recetor regulando também a sua diferença de pressão com a aspiração da central e gere também a injeção de óleo nos diferentes compressores com os respetivos alarmes

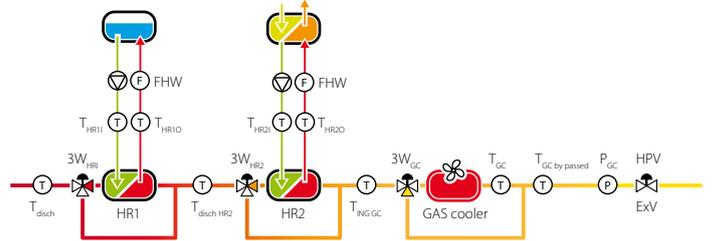
caso a injeção não seja suficiente.

Importante para determinar o funcionamento do sistema, tal função pode ser utilizada também com sistemas de recuperação do óleo eletromecânicos existentes no mercado apenas como monitorização e histórico do sistema para verificar o seu correto funcionamento.

### Recuperação de calor

O sistema de recuperação de calor, muito importante para a eficiência global do sistema, é gerido de modo a maximizar a quantidade de calor recuperável modificando as condições de trabalho quer do gás cooler quer da válvula de alta pressão.

O circuito aproveita corretamente o calor em excesso proveniente do envio dos compressores de média temperatura no momento em que o sistema se encontra em transcrito, aceita-se degradação COP porque seria CMQ inferior ao obtido com a utilização de uma máquina adicional para a produção de calor.



A gestão da recuperação de calor permite o controlo completo de dois permutadores e das respetivas bombas de circulação (no caso de permuta CO<sub>2</sub>-água)

A ativação e a regulação de cada recuperação seguirá a percentagem de pedido de calor calculada a partir de uma entre as seguintes:

- entrada digital
- sonda de temperatura
- sinal analógico externo

Nos últimos dois casos é também possível utilizar uma entrada digital como consenso.

Uma vez ativa, a recuperação de calor pode atuar no setpoint da válvula HPV incrementando o respetivo setpoint mínimo do seu valor de default (40.0barg) para um novo setpoint mínimo (e.g. 75.0barg). Desta forma leva-se o sistema a trabalhar em condições transcritas mesmo quando as condições de trabalho são subcríticas e o cálculo do setpoint da HPV estaria baseado no subarrefecimento.

O incremento do set point pode, proporcionalmente com o aumento do pedido de recuperação de calor, aumentar até um máximo definível (que corresponde a 100% do pedido de recuperação de calor).

A recuperação de calor pode também agir no setpoint do Gás Cooler e incrementar gradualmente o setpoint em temperatura (ou em pressão) dos ventiladores do Gás Cooler simultaneamente com o incremento do mínimo setpoint da válvula de alta pressão ou como ação sucessiva. Como última ação, ligada sempre à percentagem de pedido da recuperação de calor e às condições de trabalho é também possível o bypass do gás cooler.



expansão para aplicações retalho

### DSS: Double system synchronization

Sistema de comunicação entre a central de média temperatura e a de baixa temperatura.

O circuito de baixa temperatura, de facto, não pode funcionar corretamente se o circuito de média não está em função, a comunicação entre as duas centrais, portanto, é indispensável para sincronizar o funcionamento das duas centrais e modificar as dinâmicas de funcionamento em caso de necessidade.

Em especial é possível:

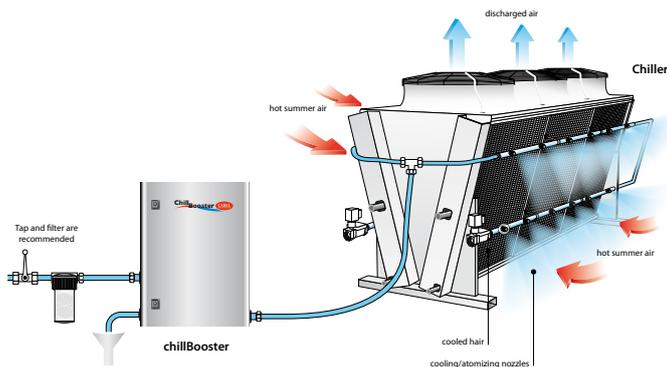
- forçar o funcionamento da central de média temperatura caso a central de baixa esteja em função quer durante o arranque quer durante o normal funcionamento
- forçar a desligação da central de baixa temperatura caso a central de média não seja capaz de funcionar corretamente
- evitar arranques simultâneos dos compressores das diferentes centrais para reduzir os picos de energia absorvida;
- ativar o esvaziamento da bomba da central de média temperatura quando pelo menos 1 compressor da central de baixa temperatura está já em função

## Soluções para climas temperados

### Chillbooster - sistema de refrigeração adiabático para gás cooler CO<sub>2</sub>

Particularmente indicado para sistemas que se encontram em regimes climáticos temperados, onde a temperatura externa é superior a 30° C só durante poucos dias por ano, é um simples sistema de refrigeração adiabático que permite diminuir a temperatura externa perçecionada do gás cooler de 5 wa 15 °C.

Ideal, portanto, para melhorar a eficiência de um sistema transcrito a temperaturas quentes está perfeitamente integrado com o pRack pR300T de modo a poder ser ativado só em condições críticas ou como segurança.



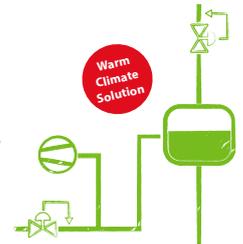
### Compressão paralela

A utilização de uma ulterior linha de aspiração, chamada intermédia ou paralela, permite melhorar a eficiência energética do próprio sistema, tornando este tipo de sistema particularmente adequado para climas mais temperados.

O princípio da compressão paralela baseia-se na possibilidade de desfrutar um COP mais vantajoso no momento em que a quantidade de flash gás obriga a válvula de flash (RPRV) a ficar aberta por um período preestabelecido e para além de uma determinada percentagem. Um rendimento melhor obtém-se graças à menor relação de pressão entre aspiração e envio que se obtém utilizando exatamente os compressores da linha intermédia em vez dos compressores da linha de média temperatura.

Através de um ramo de bypass o refrigerante já não é expandido para ser depois enviado em aspiração aos compressores de média temperatura, mas será diretamente enviado em aspiração aos compressores da linha paralela.

A gestão sincronizada da válvula de by pass e do compressor paralelo, permitem um aumento de eficiência do sistema quando o sistema trabalha em regime transcrito, diminuindo drasticamente a quantidade de gás bypassado em aspiração e garantindo um perfeito controlo da pressão do recetor.



### Ejetores, centrais de CO<sub>2</sub> de quarta geração

Em alternativa, ou paralelamente à compressão auxiliar, estão a ser estudadas novas soluções para o aumento da eficiência energética das centrais de dióxido de carbono através dos dispositivos mecânicos estáticos chamados ejetores.

Os ejetores baseiam-se no efeito Venturi e permitem utilizar um fluxo primário - tipicamente em saída do gás cooler a alta pressão - acelerado através de um estrangulamento para aspirar, misturar e transportar um fluxo secundário a pressão inferior - aspiração ou recetor do líquido.

A utilização dos ejetores permite reduzir a relação de compressão e a capacidade elaborada pelo compressores, garantindo uma poupança energética

## CO<sub>2</sub> transcrito, motocondensador

*O CO<sub>2</sub> nos sistemas transcritos motocondensadores cede calor a temperaturas superiores à temperatura crítica. Fala-se de sistema de nível único onde o CO<sub>2</sub> refrigerado pelo gás cooler é expandido primeiro através da válvula de alta pressão e posteriormente, já no estado líquido, através da válvula eletrónica na fase de laminação (antes da evaporação do CO<sub>2</sub> em cada bancada.*

Para aplicações de pequenas dimensões, a CAREL é capaz de oferecer uma solução completa e integrada com a utilização de válvulas passo-a-passo E2V\*CS adequadas para este tipo de unidade pela sua facilidade de montagem relativamente às maiores presentes no mercado.

As válvulas CO<sub>2</sub> CAREL E2V\*CS com pressão máxima de utilização 140 barg e 90bar diferencial, podem ser utilizadas neste tipo de aplicações até capacidades máximas de 18 kW.

A solução compacta prevê, portanto, um único controlo dotado de driver integrado e ultracap para a gestão direta das válvulas E2V\*CS utilizadas como HPV e RPRV. A regulação da plataforma pRack prevê, portanto, a utilização da mesma interface do utilizador para aplicações deste tipo com uma particular atenção aos custos de instalação e à facilidade de utilização.

### Vantagens e desvantagens



- sistema com completa utilização de refrigerantes naturais (CO<sub>2</sub>)
- diversos estudos demonstram uma eficiência maior que quaisquer outros tipos de sistema (r404a tradicional ou CO<sub>2</sub> subcrítico) com temperatura ambiental média inferior a 15 °C
- tecnologia em standardização, custos em redução



- altas pressões presentes (até 120 barg)
- sistemas normalmente mais complicados que os tradicionais
- eficiência boa mesmo em ambientes com clima quente (>15 °C) com utilização de tecnologias adicionais tais como: compressão paralela, chillBooster e recuperação de calor



## Solução CAREL

### Lista dos controlos:

- pRack pR100T para a central
- E2V-C para válvulas de alta pressão
- MPXPRO + E2V para bancadas
- EVDEVO + Ultracap para a segurança das válvulas

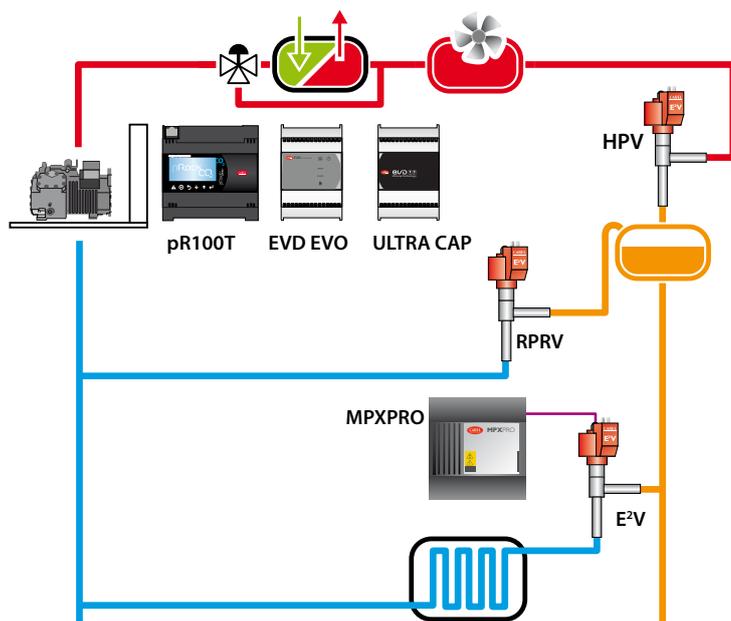
### pRack pR100T: controlo para a gestão de máquinas de CO<sub>2</sub> motocondensadoras

pRack pR100T é um controlo compacto, mas com grandes potencialidades. Permite, de facto, a gestão completa de um pequeno sistema de CO<sub>2</sub> com uma simples e intuitiva interface do utilizador, e propõe-se como controlo ideal para motocondensantes e Convenience Store.

A experiência CAREL no campo do CO<sub>2</sub> e o número sempre maior de supermercados Ecológicos equipados com o pR300T eram vida a um grande controlador caracterizado pela alta fiabilidade e alta eficiência energética mesmo para pequenas unidades.



### Esquema de controlo com pRack placa única e driver twin integrado



### Conexões pRack pR100T

sigla	descrição	Tipo de sonda
T <sub>ext</sub>	Temperatura externa	NTC - HP
P <sub>GC</sub>	Pressão do gás cooler	4-20 mA 0-150 barg
T <sub>GC</sub>	Temperatura de saída do gás cooler	NTC - HF
T <sub>HR</sub>	Temperatura heat reclaim	NTC - HF (Para o controlo do sistema de recuperação do calor (opcional))
P <sub>REC</sub>	Pressão do recetor	4-20 mA 0-60 barg
P <sub>S11</sub>	Pressão de aspiração linha 1 (média temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>S11</sub>	Temperatura de aspiração linha 1 (média temperatura)	NTC - HF (Para o controlo do sobreaquecimento de aspiração (opcional))
T <sub>D12</sub>	Temperatura de descarga linha 2 (baixa temperatura)	NTC - HF (Para o controlo da temperatura de descarga (opcional))
P <sub>S12</sub>	Pressão de aspiração linha 2 (baixa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>S12</sub>	Temperatura de aspiração linha 2 (baixa temperatura)	NTC - HF (Para o controlo do sobreaquecimento de aspiração (opcional))

## Componentes comuns

*Para além dos instrumentos já descritos, a CAREL Retail Sistema oferece uma série de outros produtos essenciais para a gestão de um sistema*

### PVPRO: sistema de supervisão

Ponto de acesso único ao sistema completo, propõe-se quer como instrumento de fim tuning do sistema, de monitorização contínua e histórico dos dados, comunicação para o exterior e gestão dos alarmes. Acessível quer de ponto remoto quer no local, prevê várias funções que otimizam o funcionamento do sistema e aumentam a sua segurança:

- Floating suction pressure: para otimizar o setpoint de aspiração da central frigorífica com base nos reais pedidos do sistema.
- Dew point broadcast: para modular as resistências antiembaciamento das bancadas através da leitura do ponto de orvalho do ponto de venda
- Parameters Control: para ter monitorizados mesmo offline os parâmetros vitais de funcionamento do sistema prevenindo modificações acidentais
- Energy: para monitorizar o consumo energético do sistema, criar relatórios programados que mostram claramente os desempenhos do sistema
- KPI (Key performances indicator): para ter um resumo rápido e eficaz do estado de funcionamento dos diferentes utilizadores e estabelecer claramente onde é necessário intervir
- Recovery procedure: em colaboração com a central frigorífica, para interagir diretamente com todos os controladores dos utilizadores em caso de mau funcionamento da central e programar adequadamente a nova ligação para facilitar a reativação do sistema



### DPWL: sensores de fuga de gás

Disponíveis para todos os tipos de refrigerante, em especial o sensor de fuga para o CO<sub>2</sub> é muito importante para instalações quer na sala das máquinas quer nas salas de exposição. Possibilidade de interligação diretamente com os controlos eletrónicos através de sinais analógicos ou diretamente com o sistema de supervisão via Modbus RTU permitem monitorizar constantemente o nível de CO<sub>2</sub> presente no ambiente e identificar rapidamente eventuais fugas de gás perigosas para as pessoas.

O CO<sub>2</sub>, de facto, é um gás asfíxiante mais pesado que o ar, em caso de fuga tende a acumular-se no pavimento, portanto, a instalação dos sensores é aconselhada a uma altura de 30-40 cm do dolo e junto das máquinas utilizadoras.



### VFD: inversor

Disponíveis quer para compressores quer para ventiladores, a gama de inversores CAREL VFD cobre todas as aplicações mesmo em CO<sub>2</sub> e em colaboração com a gama pRack permite uma regulação fina da pressão de evaporação.



### Sondas e transdutores

Ampla gama de sondas de temperatura e transdutores de pressão de diferentes tipos adequada a cobrir completamente todas as aplicações com refrigerantes naturais:

- sondas de pressão 4-20 mA: aconselhadas em centrais frigoríficas
- sondas de pressão racionométricas: aconselhadas em bancadas e celas frigoríficas
- sondas de temperatura NTC e pT1000
- sondas de temperatura NTC e pT1000 de braçadeira: aconselhadas para instalações sobre tubos



### pLoads: controlo das cargas

Dispositivo capaz de gerir o controlo das cargas com base no consumo energético do sistema, permite ativar e/ou desativar as diferentes cargas só quando possível.

Integrado no pRack pR300, permite reduzir a capacidade frigorífica da central em caso de necessidade.



### pChrono: programador

Dispositivo capazes de programar a ativação de luzes, bombas e quaisquer outros dispositivos de todo o sistema para maximizar a poupança energética não apenas da parte de refrigeração, mas também de condicionamento e gestão de prédios.



### EXV lab

A CAREL exv lab é o instrumento de guia para a escolha e utilização das válvulas CAREL.

Trata-se de um ambiente web onde, tanto o arquiteto experiente como um utilizador neófito podem encontrar instrumentos de seleção e verificação da válvula para todas as aplicações e os regimes de funcionamento em que é possível utilizar uma EXV.

<https://exvselectiontool.carel.com/ExVLab/>



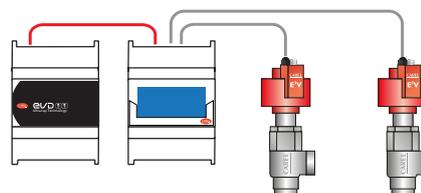
### ULTRACAP para EVDEVO

O Ultracap é o novo dispositivo de alimentação de emergência para válvulas eletrónicas, é o complemento natural do EVDEvo, quer individual quer Twin, assegura o completo fecho das válvulas mesmo em caso de imprevista falta de tensão na rede.

Graças à tecnologia ELDC (Electric Double Layer Capacitors), o Ultracap pode fornecer energia de emergência imediata, fiável e limpa, representando um claro passo em frente relativamente aos sistemas convencionais baseados em baterias, também em termos de eliminação de materiais de manutenção.

Ultracap é energia imediata: apenas 4 minutos após o restabelecimento da tensão, já está novamente carregado e ativo (na prática apenas o tempo de novo arranque do compressor...).

A extrema fiabilidade do Ultracap junto com as excepcionais qualidades de fecho hermético das válvulas Carel, elimina a necessidade de válvula solenoide mesmo nas aplicações mais críticas.



### MPXPRO & E2V - controlo para bancadas frigoríficas canalizadas e válvulas de expansão eletrónica de passo.

Dada a velocidade do CO<sub>2</sub> como refrigerante, a regulação dos evaporadores torna-se essencial para um bom funcionamento do sistema. Para esta finalidade a utilização de válvulas de expansão eletrónica de passo CAREL E2V é importante para garantir uma boa estabilidade do sistema. Dotado de tecnologia ultracap, o sistema MPXPRO + E2V tem capacidade para garantir o perfeito fecho do sistema sem a utilização de solenoides adicionais.



### Família E3V-C

As válvulas da família EXV-C oferecem a máxima liberdade de aplicação, podendo gerir até 140 barg de pressão máxima de trabalho (MOP), e sendo capaz de assegurar o fecho hermético também em presença de pressões diferenciais elevadíssimas.

Graças a dimensões deveras reduzidas, resultado de um design patenteado, as EXV-C podem ser inseridas em quaisquer sistemas mesmo já existente (retrofit).

Precisão mecânica, fiabilidade garantida por testes de vida extremos, e versatilidade aplicativa são a síntese das elevadíssimas prestações que a EXV-C está pronta para oferecer a cada circuito de CO<sub>2</sub>.



### Família E2V

A válvula eletrónica E2V está destinada à instalação em circuitos frigoríficos como dispositivo de expansão para o fluido refrigerante utilizando como sinal de regulação o sobreaquecimento calculado através de uma sonda de pressão e uma de temperatura situadas ambas à saída do evaporador

#### E2V-BSF/M

As válvulas E2V-BS são de soldar, e não têm em dotação um filtro mecânico antes da entrada do refrigerante; de qualquer forma, é possível inserir o filtro (opcional) em rede metálica exclusivamente na junção lateral de entrada posicionando-o em batida e bloqueando-o com o tubo do circuito, antes de soldar a válvula

Aprovação CE: 60 bar (870psi). Aprovação UL: 45bar (652 psi)



#### E2V-BZ

as válvulas E2V-BZ têm as junções mistas, portanto preveem ambas as operações (soldar e juntar)

O filtro mecânico é fornecido em dotação e, também neste caso, o filtro é usado na modalidade mono-direcional.

Aprovação CE: 60 bar (870psi). Aprovação UL: 45bar (652 psi)



#### E2V-CS

Além da tradicional função de expansão para o fluido refrigerante, utilizando como sinal de regulação o sobreaquecimento, esta válvula pode ser utilizada como regulador de pressão em circuitos transcíticos com refrigerante CO<sub>2</sub> (R744)

As válvulas E2V-C são de soldar e é sempre necessário instalar um filtro mecânico antes da entrada do refrigerante.

O filtro é opcional ou está diretamente disponível na série E2V-CS100

As características principais destas válvulas são:

- Máxima Pressão de Trabalho (MOP) até 140 bar (2030 psi)
- Máximo DP de Trabalho (MOPD) 120 bar (1740 psi) - para E2V24C\*\*\*\* 85bar (1233psi)



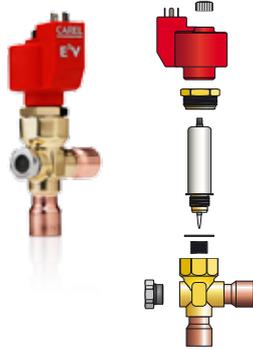
### E2V-S

As válvulas E2V-S devem ser soldadas no circuito mediante soldadura das junções de cobre nos tubos de saída do condensador (IN) e de entrada no evaporador (OUT).

A válvula E2V SMART é constituída por componentes modulares a montar durante a instalação, a versatilidade é garantida pelo cartucho removível.

Esta solução favorece a manutenção e a inspeção das partes separadamente.

Aprovação CE: 60 bar (870psi). Aprovação UL: 45bar (652 psi)



*atuador manual para válvulas EXV*



## Headquarters ITALY

CAREL INDUSTRIES Hqs.  
Via dell'Industria, 11  
35020 Brugine - Padova (Italy)  
Tel. (+39) 0499 716611  
Fax (+39) 0499 716600  
carel@carel.com

## Sales organization

CAREL Asia  
[www.carel.com](http://www.carel.com)

CAREL Australia  
[www.carel.com.au](http://www.carel.com.au)

CAREL China  
[www.carel-china.com](http://www.carel-china.com)

CAREL Deutschland  
[www.carel.de](http://www.carel.de)

CAREL France  
[www.carelfrence.fr](http://www.carelfrence.fr)

CAREL HVAC/R Korea  
[www.carel.com](http://www.carel.com)

CAREL Iberica  
[www.carel.es](http://www.carel.es)

CAREL India  
CAREL ACR Systems India (Pvt) Ltd.  
[www.carel.in](http://www.carel.in)

CAREL Middle East DWC LLC  
[www.carel.com](http://www.carel.com)

CAREL Nordic AB  
[www.carel.com](http://www.carel.com)

CAREL Russia  
[www.carelrussia.com](http://www.carelrussia.com)

CAREL South Africa  
CAREL Controls S.A. (Pty)  
[www.carelcontrols.co.za](http://www.carelcontrols.co.za)

CAREL Sud America  
[www.carel.com.br](http://www.carel.com.br)

CAREL U.K.  
[www.careluk.co.uk](http://www.careluk.co.uk)

CAREL U.S.A.  
[www.carelusa.com](http://www.carelusa.com)

## Affiliates

CAREL Czech & Slovakia  
CAREL spol. s.r.o.  
[www.carel-cz.cz](http://www.carel-cz.cz)

CAREL Ireland  
FarrahVale Controls & Electronics Ltd.  
[www.carel.com](http://www.carel.com)

CAREL Japan Co., Ltd.  
[www.carel-japan.com](http://www.carel-japan.com)

CAREL Korea (for retail market)  
[www.carel.co.kr](http://www.carel.co.kr)

CAREL Mexicana S de RL de CV  
[www.carel.mx](http://www.carel.mx)

CAREL Thailand  
[www.carel.co.th](http://www.carel.co.th)

CAREL Turkey  
CFM Sogutma ve Otomasyon San. Tic. Ltd.  
[www.carel.com.tr](http://www.carel.com.tr)