



Todo para las aplicaciones retail de CO₂

Introducción

p. 5

Tipos de ciclo

p. 7

CO₂ subcrítico EN Cascada

p. 9

CO₂ subcrítico bombeado

p. 15

CO₂ transcrito booster

p. 19

CO₂ transcrito, motocondensante

p. 25

Componentes comunes

p. 27

Introducción

La elección del tipo de refrigerante y el tipo de sistema son fundamentales desde una óptica de reducción de emisiones y salvaguarda del ambiente, y al mismo tiempo el consumo energético y la eficiencia son criterios clave que en los últimos años han influido en la refrigeración comercial. El CO₂ hoy en día es el refrigerante natural más comercializado dentro de los sistemas centralizados y este compendio tiene el objeto de volver a ver algunos conceptos clave ligados al anhídrido carbónico y ofrece una panorámica sobre la tipología de instalaciones de CO₂ hoy en día más difundidas.

Aunque ya ha sido utilizado desde comienzos del siglo 20, el anhídrido carbónico ha visto reafirmar su uso como refrigerante sólo en los últimos años. Esto es debido al creciente interés por los fluidos naturales, y a las normativas que, especialmente en Europa van en la dirección de la limitación del uso de los refrigerantes sintéticos. La gran disponibilidad, incluso como producto residual de otros procesos, hace del CO₂ un refrigerante de un coste netamente inferior al de los fluidos tradicionales. A la ventaja económica se añaden también el limitado poder contaminante (GWP =1, ningún impacto sobre el ozono atmosférico), la ausencia de peligros ligados a la toxicidad o la inflamabilidad y la no necesidad de reciclar el gas al final de la vida de la instalación.

Junto a las ventajas de orden económico, político y ecológico, el CO₂ presenta diversas características termodinámicas, que en numerosas aplicaciones pueden constituir ventajas gracias a las cuales puede competir en igualdad con los refrigerantes tradicionales.

La diferencia principal entre el anhídrido carbónico y los fluidos sintéticos es que el punto crítico se encuentra a 31,1 °C, es decir, a una temperatura que puede ser alcanzada fácilmente en distintas partes del planeta. En el punto crítico se tiene la igualdad entre las densidades del líquido y del vapor saturado y, para temperaturas superiores, ya no existe diferencia entre los dos estados y se habla de fase supercrítica. Como consecuencia, la presión y la temperatura ya no están ligadas entre sí, obligando a algunos dispositivos, para mantenerlas bajo control, a optimizar el intercambio térmico y maximizar la eficiencia.

Observar también que las presiones de trabajo son muy elevadas, lo que constituye el mayor desafío para los componentes de la instalación, desde los compresores, hasta las válvulas y las tuberías. También se observa que las presiones elevadas permiten también un diámetro inferior para los tubos, una menor penalización debida a las pérdidas de carga y una menor relación de compresión operativa. Característico del CO₂ es un elevado calor latente por unidad de volumen, lo que representa una gran ventaja en lo concerniente a la sección de los intercambiadores, el número de circuitos y la carga de refrigerante de la unidad.



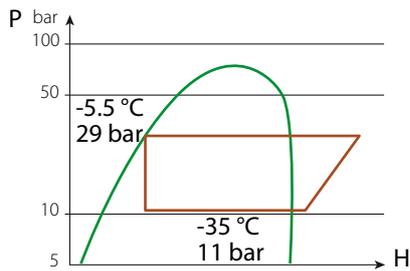
Tipos de ciclo

Por la literatura conocemos que la temperatura crítica para el CO₂ es alrededor de 31°C (87°F) y la presión crítica, siempre aproximadamente, es igual a 73,6bar (1.045psig).

Los sistemas de CO₂ trabajan de forma diferente según se encuentre sobre/bajo el punto crítico, en resumen, se habla de sistema subcrítico cuando la temperatura del CO₂ en la fase isotérmica después de la compresión del fluido es inferior a la temperatura crítica mientras se habla de sistema transcrito cuando la temperatura del CO₂ a la salida del gas cooler es superior a 31°C y obviamente la temperatura de evaporación es inferior.

Ciclo Subcrítico

La aplicación más simple para el anhídrido carbónico como refrigerante es la subcrítica: se utiliza el CO₂ en un ciclo secundario de baja temperatura, sea este de compresión de vapor (ciclo en cascada) o sea un anillo de CO₂ líquido con una bomba de circulación.

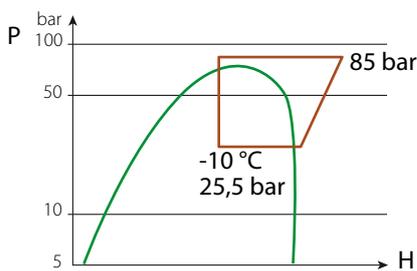


Proceso de refrigeración Subcrítico

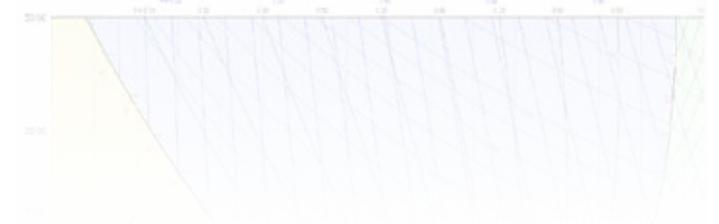
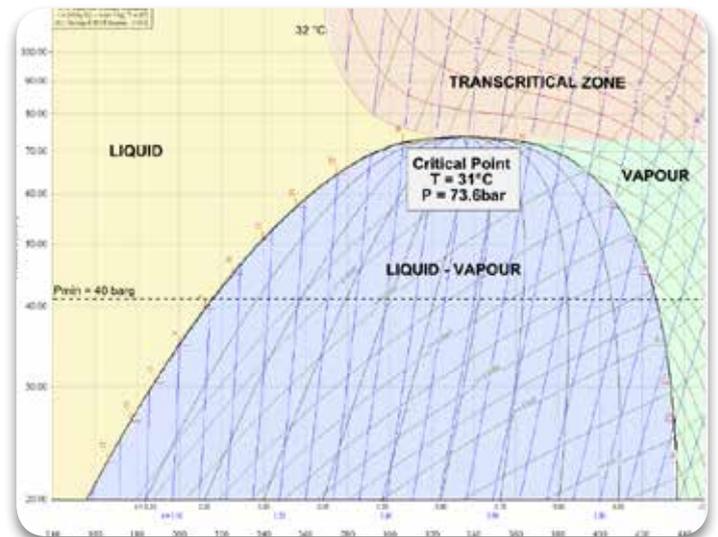
El ciclo primario se confía a un fluido refrigerante tradicional y tiene la misión de mantener la temperatura de condensación del ciclo de CO₂ por debajo del punto crítico, generalmente entre -5 y -10 °C.

Ciclo transcrito

También es posible el uso de un ciclo de CO₂ que intercambia calor con el ambiente externo. En este caso se debe hablar de ciclo transcrito desde el momento en que en alguna fase del año la temperatura ambiente será cercana o superior al punto crítico de 31,1 °C.



Proceso de refrigeración transcrito

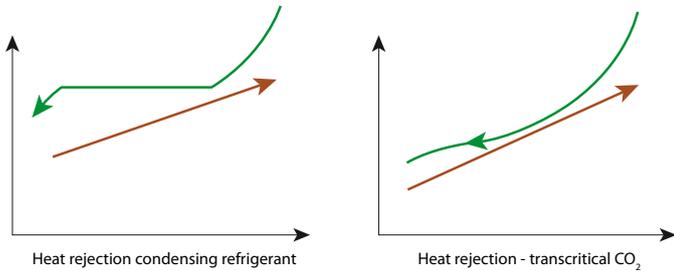


Recuperación de calor en las aplicaciones de tipo Booster

La principal diferencia con el ciclo frigorífico normal está constituida por la fase de refrigeración del gas comprimido que no corresponde a una condensación a temperatura constante, como ocurre en los ciclos tradicionales.

Intercambio energético entre el aire y un refrigerante no natural

Intercambio energético entre el aire y el CO₂



En el caso de la condensación, se tiene una transformación a presión constante en la que el gas pasa al estado líquido, en el caso de un ciclo transcritical se tiene una transformación en la que el gas supercrítico ve reducirse constantemente la temperatura.

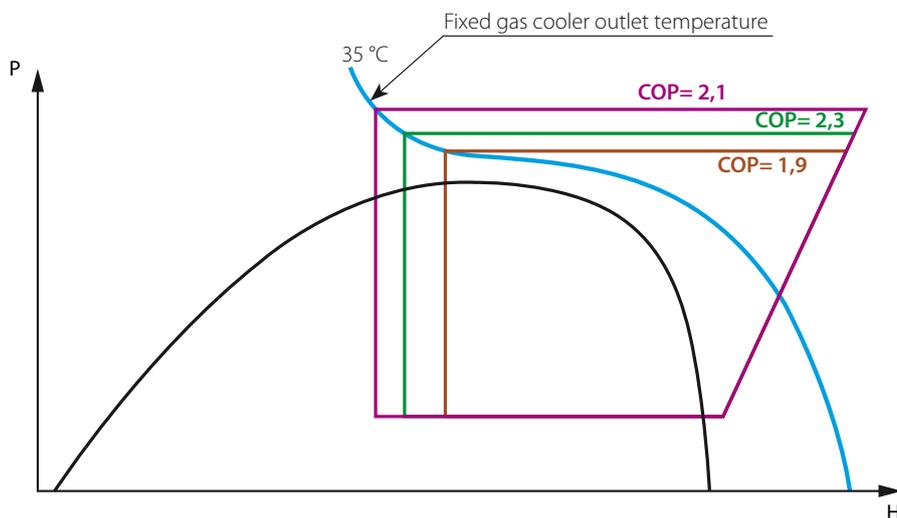
Por esto también la construcción del intercambiador de calor de alta presión es diferente y se habla de enfriador de gas (gas cooler) en vez de condensador.

El intercambio de calor es favorecido por esta característica del anhídrido carbónico, desde el momento en que los dos fluidos tienen en cada fase de la transformación temperaturas más cercanas que lo que están en la condensación tradicional. Esta ventaja se puede aprovechar de forma eficaz en las bombas de calor, obteniendo rendimientos superiores a los de las máquinas tradicionales.

Por lo que respecta a la eficiencia del ciclo es importante tener en cuenta la regulación de la presión a la salida del gas cooler.

Observando el diagrama p-h, fijada una temperatura de salida del gas cooler (en azul en la figura), se pueden considerar distintos ciclos en función de la presión a la que se mantiene el intercambiador. Se observa que, partiendo del ciclo dibujado en marrón y aumentando la presión, se tiene un aumento del rendimiento (Δh_{EVAP}) mayor que el aumento del trabajo de compresión (Δh_{COMP}): la eficiencia aumenta. Superada la presión del ciclo dibujado en verde el aumento del trabajo de compresión se hace superior al del rendimiento frigorífico, con una reducción de la eficiencia (ciclo dibujado en violeta).

Se puede, por lo tanto, definir para cada temperatura de salida del gas cooler una Presión Óptima, que maximiza la eficiencia del propio ciclo.



COP distintos a temperatura constante en el diagrama PH

CO₂ Subcrítico EN Cascada

La CO₂ en los sistemas subcríticos in cascata es el refrigerante utilizado per lo stadio di baja temperatura (aspirazione de los compresores a -30/-35°C). Il calor ceduto de la condensación de la CO₂ viene assorbito dal refrigerante dello stadio di media temperatura. Este proceso se produce por medio de uno intercambiador di calor en cascada entre los dos refrigerantes.

Particularmente indicados como aplicación de refrigerante natural en regiones con temperaturas ambientales medio altas, los sistemas de CO₂ Subcrítico en cascada son normalmente utilizados en climas cálidos o como primer paso en el uso del CO₂ como refrigerante. Sistemas en cascada, están compuestos por dos circuitos, uno de media temperatura (típicamente r134a, r404a ó NH3) y uno de baja temperatura (r744) interconectados por uno o más intercambiadores de calor, normalmente de placas, que por un lado condensan el CO₂ y por otro se presentan como evaporadores normales para el circuito de media temperatura.

Ventajas y criticidad

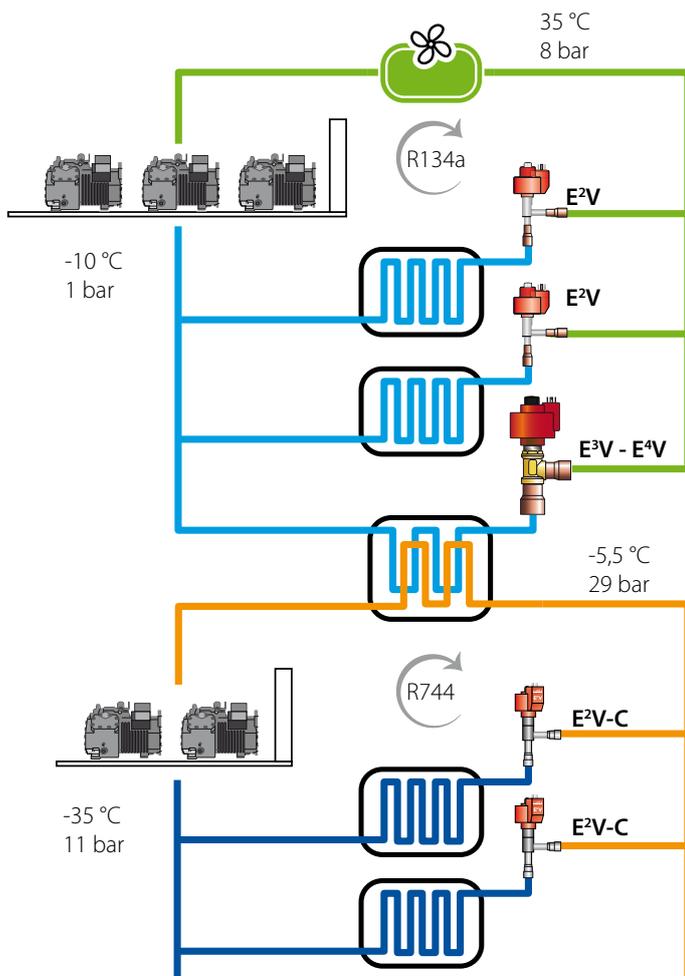


- Sistema relativamente similar a una instalación tradicional (r404);
- Presiones de funcionamiento similares a las tradicionales (máx 45 barg);
- Medio contenido de gas no natural;
- Eficiencia de la instalación mejor que las estándar y aplicable en todos los climas.



- Si no es NH3, instalación no completamente "verde";
- Si es NH3, la central de media no puede ser utilizada en todos los países para suministrar incluso a los equipos de media temperatura;
- Atención mayor a las presiones en juego en el circuito secundario.





Ejemplo de instalación CO₂ Subcrítico en cascada

Solución CAREL

Lista de controles:

- pRack pR300 + EXV para central e intercambiador de placas;
- MPXPRO + E2V para mostradores;
- EVDEVO + Ultracap para seguridad de las válvulas

pRack pR300: control para la gestión de centrales frigoríficas

El pRack pR300 permite gestionar tanto la central de media como la central de baja temperatura con uno o varios controles en base a la dimensión de la central. Un único instrumento capaz de gestionar la activación y la seguridad de los compresores tanto BT como MT (inverter, parcializaciones y compresores de distinta potencia), el condensador de media (EC fans, inverter, step), eventuales sistemas de subenfriamiento, la sincronización entre las dos centrales y la comunicación con los drivers para la gestión de las válvulas de expansión electrónica del intercambiador de cascada. Los intercambiadores de placas normalmente utilizados para condensar el CO₂ pueden ser como máximo dos y la gestión de las válvulas de expansión puede ser realizada con el driver integrado en el pRack pR300 o drivers externos EVD EVO oportunamente integrados en el sistema (comunicación fieldbus RS485).



Driver EVDEVO - control por válvula de expansión

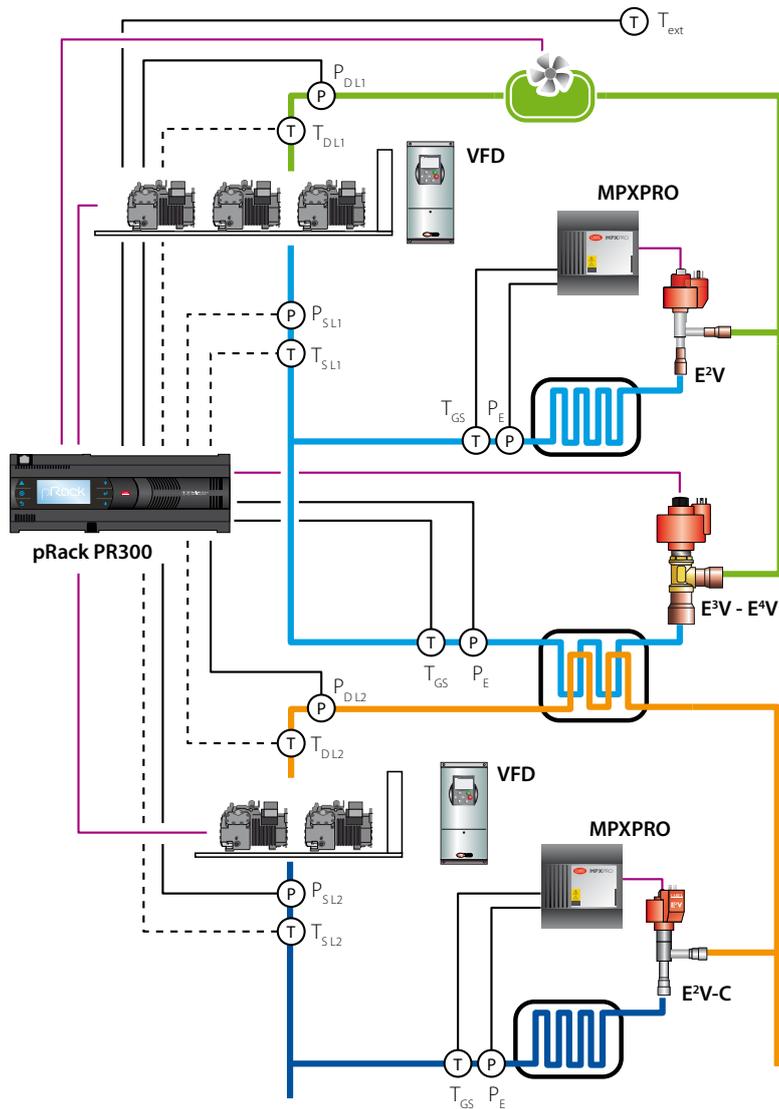
Punto crucial de este tipo de instalación es el intercambiador de calor en cascada, normalmente de placas, que regula la condensación de la instalación de CO₂. Presentes a veces en dos para mejorar la regulación a baja carga y para aumentar el nivel de seguridad, están normalmente regulados por válvulas de expansión electrónicas stepper EXV (válvulas electrónicas PWM en estos ámbitos no garantizan rendimientos óptimos).

En estas aplicaciones, además de la regulación tradicional en base al recalentamiento en aspiración, se añade la integración con la central de baja temperatura por vía directa si el driver está integrado en el control de la central de baja o por vía de comunicación serie si el driver EVD EVO es externo.

Dada la naturaleza del refrigerante, es necesario tener monitorizado el CO₂ líquido condensado para garantizar unas buenas prestaciones.



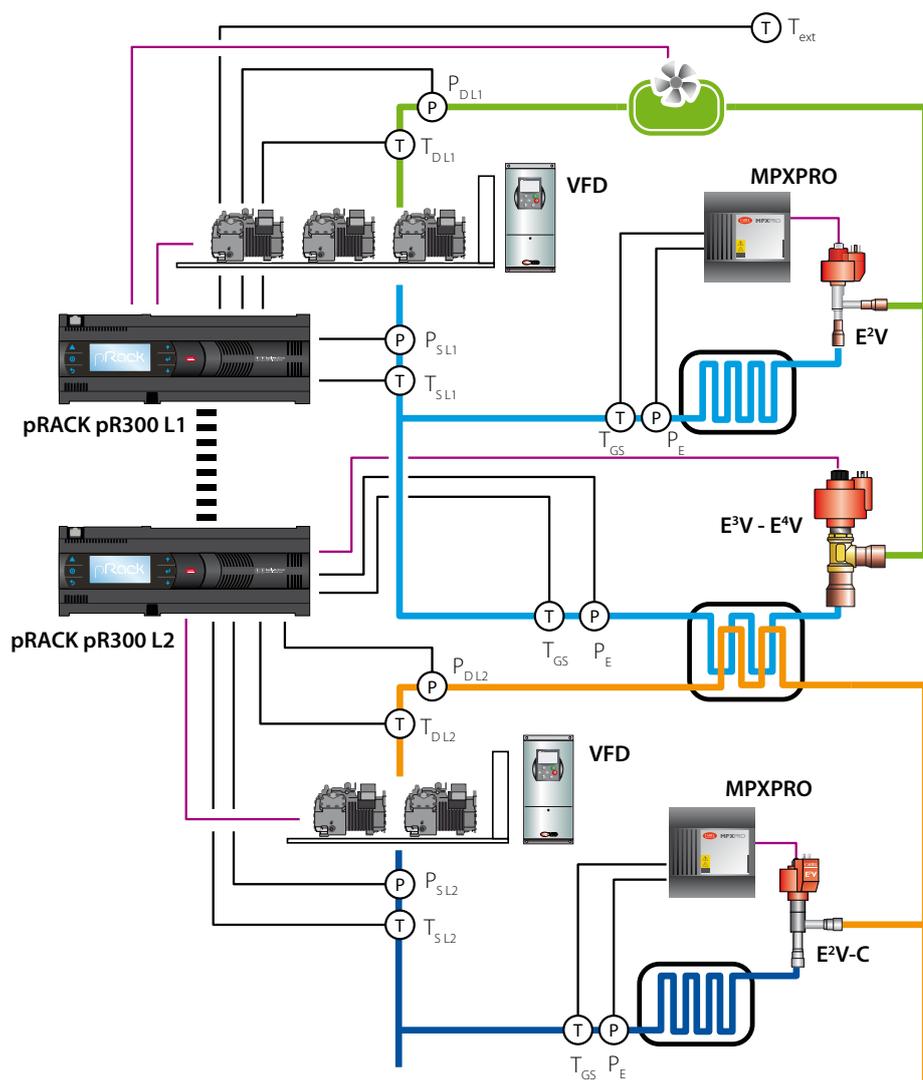
Esquema de control con pRack tarjeta única y driver único integrado



Conexiones pRACK

Sigla	Descripción	Tipo de sonda
Text	Temperatura exterior	NTC - HP
PD L1	Presión de descarga línea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-18,2 barg
TD L1	Temperatura de descarga línea 1 (media temperatura)	NTC - HT (Para control de temperatura de descarga (opcional))
PS L1	Presión de aspiración línea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-7 barg (Podría ser utilizada como respaldo de la PE)
TS L1	Temperatura de aspiración línea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Para control de recalentamiento en aspiración (opcional))
PE	Presión de evaporación intercambiador de calor	Proporcional -1-9,3 barg
TGS	Temperatura de gas recalentado intercambiador de calor	NTC - HF
PD L2	Presión de descarga línea 2 (baja temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
TD L2	Temperatura de descarga línea 2 (baja temperatura)	NTC - HT (Para control de temperatura de descarga (opcional))
PS L2	Presión de aspiración línea 2 (baja temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
TS L2	Temperatura de aspiración línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF (Para control de recalentamiento en aspiración (opcional))

Esquema de control con pRack doble tarjeta y driver único integrado



Conexiones del pRack L1

Sigla	Descripción	Tipo de sonda
T _{ext}	Temperatura exterior	NTC - HP
P _{DL1}	Presión de descarga línea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-18,2 barg
T _{DL1}	Temperatura de descarga línea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Para control de temperatura de descarga)
P _{SL1}	Presión de aspiración línea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-7 barg
T _{SL1}	Temperatura de aspiración línea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Para control de recalentamiento en aspiración)

Sigla	Descripción	Tipo de sonda
P _E	Presión de evaporación intercambiador de calor	Proporcional -1-9,3 barg
T _{GS}	Temperatura de gas recalentado intercambiador de calor	NTC - HF
P _{DL2}	Presión de descarga línea 2 (baja temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T _{DL2}	Temperatura de descarga línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF (Para control de temperatura de descarga)
P _{SL2}	Presión de aspiración línea 2 (baja temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T _{SL2}	Temperatura de aspiración línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF (Para control de recalentamiento en aspiración)

Particularidades de la instalación

DSS: Double system synchronization

Sistema de comunicación entre la central de media temperatura y la central de baja temperatura.

El circuito de baja temperatura de hecho no puede funcionar correctamente si el circuito de media no está en funcionamiento, la comunicación entre las dos centrales, por lo tanto, es indispensable para sincronizar el funcionamiento de las dos centrales y modificar las dinámicas de funcionamiento en caso de necesidad.

En particular, es posible:

- Forzar el funcionamiento de la central de media en caso de que la central de baja esté en funcionamiento, tanto durante el arranque como durante el funcionamiento normal;
- Forzar la parada de la central de baja en caso de que la central de media no sea capaz de funcionar correctamente;
- Evitar señales simultáneas de los compresores de las distintas centrales para reducir los picos de energía absorbida;
- El bombeo de la central de media cuando al menos un compresor de la central de baja está en funcionamiento.

EEVS: Electronic Expansion Valve Synchronization

Sistema de comunicación entre la central de baja temperatura (pRack pR300) y el driver de gestión de la válvula de expansión electrónica del intercambiador de placas integrado en el pRack pR300 o externo (EVD EVO).

La central de baja temperatura puede en este caso comunicar al driver los cambios de capacidad frigorífica y modular la capacidad del evaporador en base a la presión de condensación del CO₂ ahorrando el uso de sondas adicionales y obteniendo una regulación fina y precisa de la presión de condensación. El intercambio de informaciones entre central e intercambiador permite entonces, añadir a la tradicional regulación del recalentamiento de los factores vitales en este tipo de instalación como la variación de la capacidad frigorífica de la central de baja y la tendencia de la presión de condensación del CO₂.

Esta función es utilizable en caso de usar:

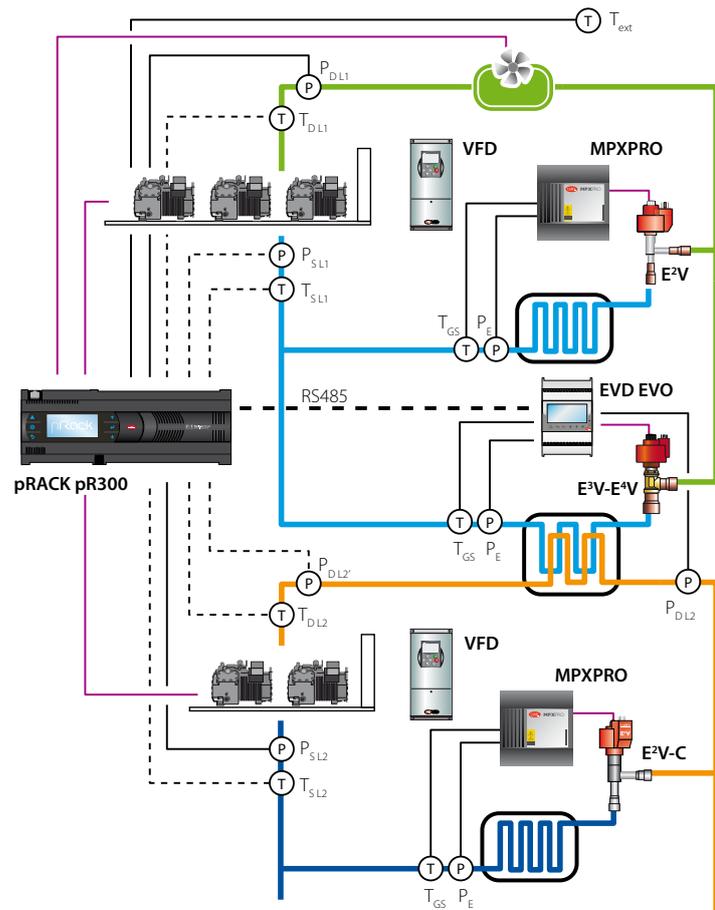
- pRack pR300 con driver integrado con un solo scambiatore
- pRack pR300 con driver EVD EVO esterno singolo
- pRack pR300 con 2 driver EVD EVO esterni singoli;
- pRack pR300 con 2 drivers EVD EVO de los cuales uno integrado (1 único intercambiador) y 1 exterior único.

Protección inversa por alta temperatura de condensación (HiTcond) en S3

Están previstos procedimientos de seguridad conectando la sonda de presión de condensación directamente al driver EVD EVO (externo o integrado), de esta forma la regulación de la válvula será directamente influida por un procedimiento de seguridad que tiende a abrir la válvula en caso de que la presión de condensación del CO₂ sea demasiado elevada. En este caso, la presión de condensación del CO₂ conectada al pRack pasa a ser opcional.

Con la protección HiTcond inversa se busca reducir incrementos rápidos de la presión de condensación del circuito de CO₂ posiblemente debidos a variaciones de carga, de las condiciones de trabajo, regulación inestable de los compresores y problemáticas genéricas por medio de un incremento repentino de la apertura de la válvula.

Esquema de control con pRack de tarjeta única y driver único externo integrado con protección de alta presión de CO₂



Conexiones del pRack

Sigla	Descripción	Tipo de sonda
T _{ext}	Temperatura exterior	NTC - HP
P _{DL1}	Presión de descarga línea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-18,2 barg
T _{DL1}	Temperatura de descarga línea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Para control de temperatura de descarga (opcional))
P _{SL1}	Presión de aspiración línea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-7 barg (Podría ser utilizada como respaldo de la PE)
T _{SL1}	Temperatura de aspiración línea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Para control de recalentamiento en aspiración (opcional))
P _{DL2'}	Presión de descarga línea 2 (baja temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg (Podría ser utilizada como respaldo de la PD L2)
T _{DL2}	Temperatura de descarga línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF (Para control de temperatura de descarga (opcional))
P _{SL2}	Presión de aspiración línea 2 (baja temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T _{SL2}	Temperatura de aspiración línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF (Para control de recalentamiento en aspiración (opcional))

Conexiones EVD EVO

Sigla	Descripción	Tipo de sonda
P _{DL2}	Presión de descarga línea 2 (baja temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
P _E	Presión de evaporación intercambiador de calor	Proporcional -1-9,3 barg
T _{GS}	Temperatura de gas recalentado intercambiador de calor	NTC - HF

CO₂ subcrítico bombeado

El CO₂ en los sistemas subcríticos bombeados es el refrigerante utilizado por ambos (si existen) las etapas de baja y media temperatura. Se habla en estos sistemas de CO₂ como refrigerante secundario, donde el circuito primario, en general un chiller de HFC/HC, tiene el cometido de enfriar el CO₂ líquido, bombeado después dentro del sistema; también este proceso se produce por medio de un intercambiador de calor al cual se añaden un recipiente de líquido y una bomba adecuada.

Menos utilizada que las tradicionales instalaciones subcríticas en cascada, permite delimitar los refrigerantes HFC en la sola sala de máquinas. Los equipos de media son alimentados con CO₂ líquido bombeado, mientras que los equipos de baja temperatura están dotados de válvulas de expansión. El CO₂ se refrigera en una enfriadora dedicada (NH₃ ó r134a) en el interior de un depósito con un evaporador, normalmente, de haz tubular.

A las instalaciones tradicionales se añade la gestión de las bombas que hacen circular el CO₂ líquido en los evaporadores de media, en estos evaporadores no se expande sino que se calienta solamente retornando al recipiente en estado semilíquido.

Ventajas y criticidades

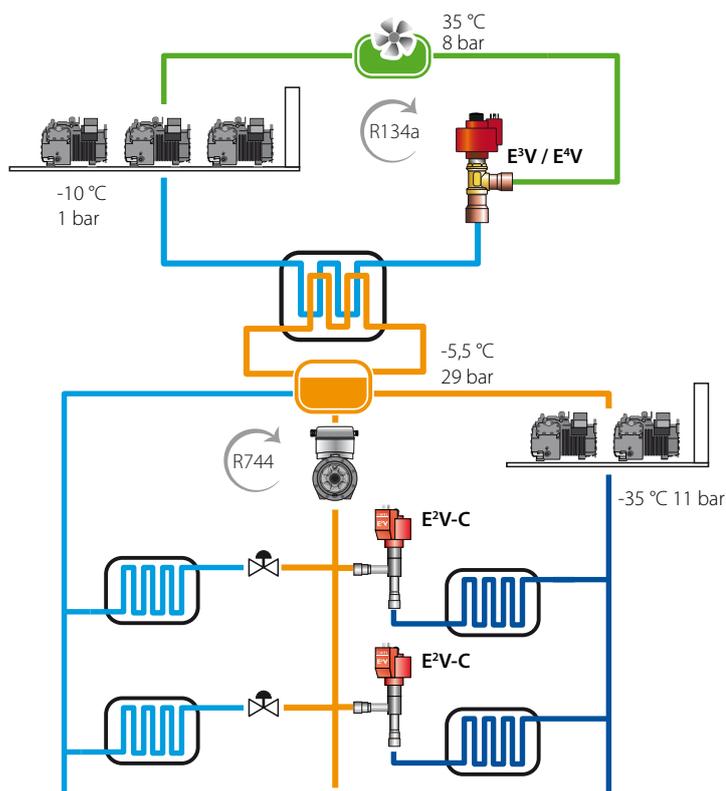


- Bajo contenido de refrigerante no natural;
- Posibilidad de utilizar también amoníaco (NH₃) que permanece limitado en sala de máquinas;
- Instalación completamente "verde" para el ambiente final.



- Muy sensible al dimensionamiento de las tuberías del sistema bombeado;
- Consumo energético de las bombas adicional;
- Mayor atención a las presiones en juego en el circuito secundario.





ejemplo de instalación de CO₂ Subcrítico bombeado

Solución CAREL

Lista de controles:

- pRack pR300 + EXV para central con evaporador de haz tubular;
- MPXPRO + E2V para mostradores;
- MPXPRO light para mostradores de media temperatura;
- EVDEVO + Ultracap para seguridad de válvulas.

pRack pR300: control para centrales frigoríficas

Capaz de gestionar tanto los compresores de la enfriadora regulados en función de la presión del CO₂ en el interior del recipiente, como los compresores de baja temperatura, aplica las mismas funcionalidades de sincronización entre las dos centrales. Importante en este tipo de instalaciones el funcionamiento coordinado de la central de media con el regulador del evaporador de haz tubular para prevenir problemáticas de baja presión. La regulación de la presión en el interior del recipiente es el cometido principal, dada la cantidad de refrigerante en el interior y, por lo tanto, su notable inercia es indispensable activar los compresores en función de la presión del propio recipiente, la presión de aspiración de la central de media entonces será monitorizada sólo como seguridad para prevenir problemas de baja presión. El pRack puede incluso gestionar sencillos sistemas de bombeo con o sin inverter.



MPXPRO y MPXPRO light

MPXPRO para los equipos de baja temperatura con válvula de expansión electrónica, y para los equipos de media, gracias a una nueva funcionalidad del control que permite el uso de una válvula stepper para la regulación de un flujo de refrigerante líquido. Como alternativa, es posible utilizar el MPXPRO light en los equipos de media donde no es necesario el uso de válvula de expansión electrónica pero sólo la gestión del fluido refrigerante en base a la demanda del mostrador.

Compatible con la versión full optional, el MPXPRO light permite una estandarización de la instalación en lo que respecta a los esquemas eléctricos y la instalación.

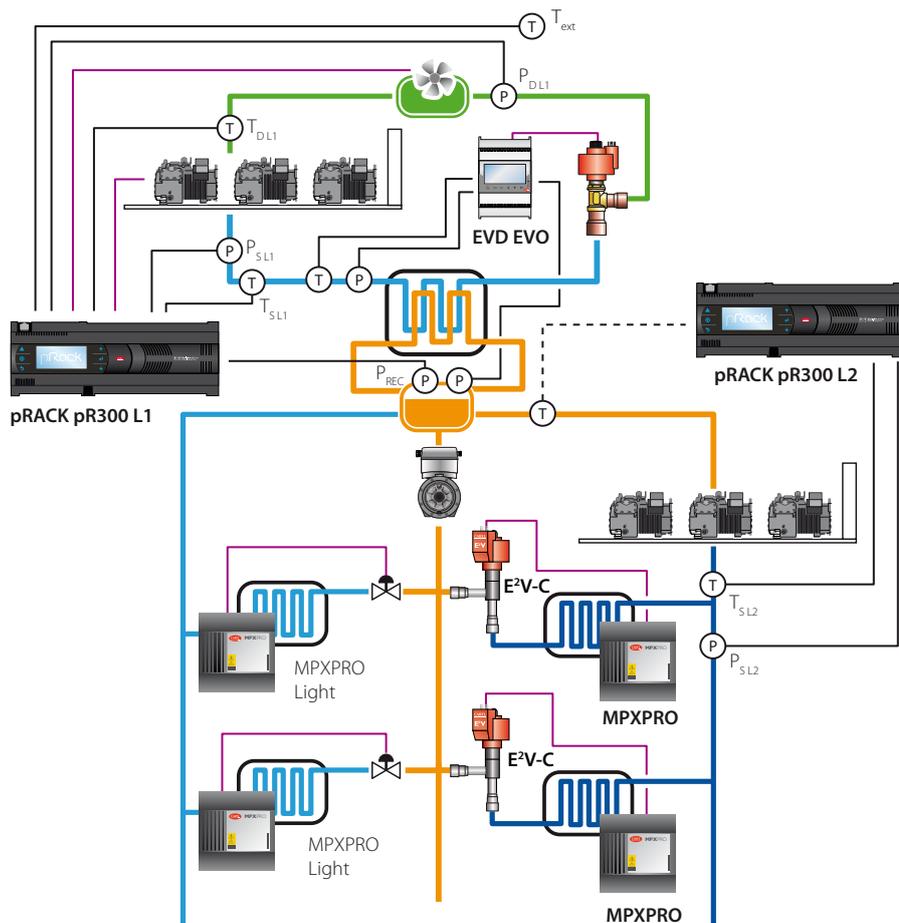


Driver EVD EVO - control para la válvula de expansión

La gestión del evaporador de haz tubular es crítica en este tipo de aplicaciones, las dimensiones del evaporador, la inercia de la carga y la cercanía de los compresores imponen una regulación muy fina que debe adaptarse rápidamente en el arranque o la parada de los compresores, responder gradualmente al cambio de carga, no inundar los compresores y preservar de alarmas de baja presión de aspiración. Funcionalidades del driver EVD EVO, como las protecciones de bajo recalentamiento, de baja presión de aspiración y de protección de la alta presión de condensación del CO₂, deben ser pues correctamente calibradas en base a las características de la instalación (número y tipo de compresores, tamaño del evaporador y del recipiente, presencia de recipientes en aspiración, dinámicas del sistema)



Esquema de control con pRack de doble tarjeta



Conexiones del pRack pR300 L1

Sigla	Descripción	Tipo de sonda
T _{ext}	Temperatura exterior	NTC - HP
P _{DL1}	Presión de condensación línea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-18,2barg
T _{DL1}	Temperatura de descarga línea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Para control de temperatura de descarga)
P _{SL1}	Presión de aspiración línea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-10barg (Para control de alarma de baja presión)
T _{SL1}	Temperatura de aspiración línea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Para control de recalentamiento en aspiración)
P _{REC}	Presión del recipiente de CO ₂	4-20 mA 0-10barg (Para control de compresores de media temperatura)

Conexiones del pRack pR300 L2

Sigla	Descripción	Tipo de sonda
T _{DL2}	Temperatura de descarga línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF (Para control de temperatura de descarga (opcional))
P _{SL2}	Presión de aspiración línea 2 (baja temperatura)	4-20 mA 0-44,8barg
T _{SL2}	Temperatura de aspiración línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF (Para control de recalentamiento en aspiración)

Conexiones del EVD EVO

Sigla	Descripción	Tipo de sonda
P _{REC}	Presión de descarga línea 2 (baja temperatura)	4-20 mA 0-44,8barg
P _E	Presión de evaporación en intercambiador de calor	Proporcional -1-9,3barg
T _{GS}	Temperatura de gas recalentado en intercambiador de calor	NTC - HF

CO₂ transcrito booster

El CO₂ en los sistemas transcritos es refrigerado pero no condensado a la salida del gas cooler, ya que se encuentra a temperaturas superiores a la temperatura crítica. Se habla de sistema booster cuando se tienen dos etapas de compresión del mismo refrigerante, por lo que el CO₂ en impulsión a los compresores de baja temperatura confluye, por medio de un intercooler, en la aspiración de los compresores de media temperatura.

Sistemas booster de CO₂ transcrito son las instalaciones más prometedoras de refrigerante natural utilizables en ámbitos retail sobre todo para climas no demasiado cálidos. Están generalmente compuestos por 4 secciones distintas que se diferencian normalmente por las presiones en juego:

- alta presión: la zona de la impulsión de los compresores de media a la válvula HPV (en rojo), seguridad a 130 bar;
- presión intermedia: la zona de la válvula HPV a todas las válvulas de expansión (en naranja), seguridad a 90 bar;
- media presión: la zona de los evaporadores de media temperatura aguas abajo de las válvulas de expansión hasta la aspiración de los compresores de media (en azul), seguridad a 60 bar;
- baja presión: la zona de los evaporadores de baja temperatura aguas abajo de las válvulas de presión hasta la aspiración de los compresores de baja (en azul), seguridad a 45 bar.

Una instalación tradicional básica con uso de compresores paralelos se muestra en la figura de abajo. Se pueden encontrar distintas versiones en el mercado, sobre todo por el uso de intercambiadores de placas que aumentan la eficiencia del sistema y/o ayudan a su funcionamiento correcto. No entrando normalmente en la lógica de funcionamiento global del sistema, no se tomarán en consideración en este documento.



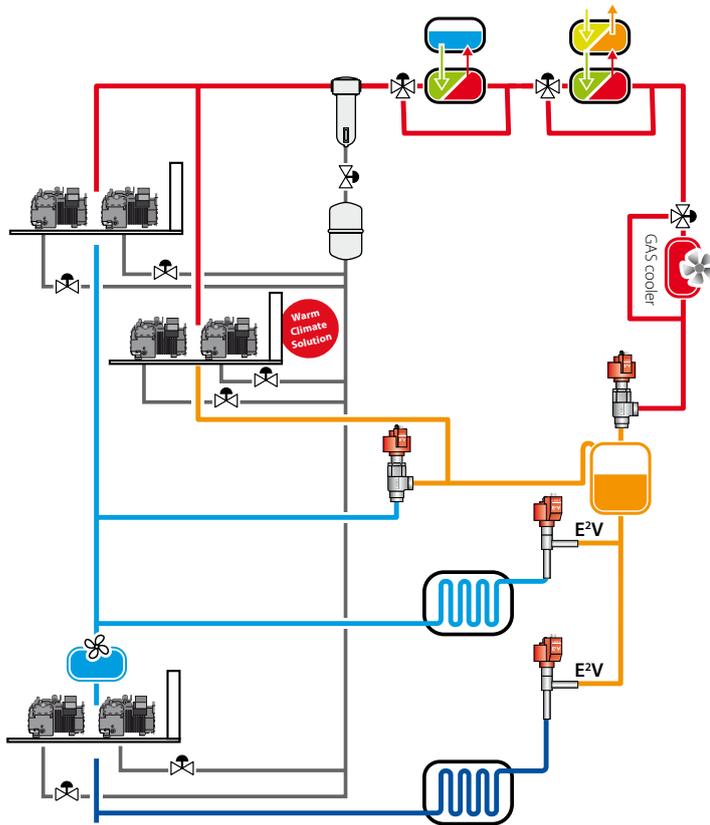
Ventajas y criticidades



- instalación con utilización completa de refrigerantes naturales (CO₂);
- varios estudios demuestran una eficiencia mayor de cada tipo distinto de instalación (r404a tradicional o CO₂ Subcrítico) con temperatura ambiental media inferior a los 15 °C;
- tecnología en estandarización, costes en reducción.



- altas presiones en juego (hasta 120 barg);
- instalaciones normalmente más complejas que las tradicionales;
- buena eficiencia incluso en ambientes de clima cálido (>15 °C) con uso de tecnologías adicionales, como compresión paralela, chillBooster y recuperación de calor.



ejemplo de instalación de CO₂ transcrito

En general, el gas aspirado por los compresores de media temperatura a una presión de unos 26 barg (presión máxima 40-60 barg), en la impulsión de los compresores atraviesa normalmente un sistema (más o menos complejo) de recuperación de calor, esencial para el rendimiento global de la máquina, y el gas cooler. En esta zona la presión de trabajo depende esencialmente de la temperatura exterior y puede variar desde valores mínimos en torno a los 40-45 barg, en función del tipo de compresores utilizados, a los 120 barg, presión máxima de las válvulas de seguridad. El nombre de gas cooler se le da por el hecho de que, en función de las condiciones climáticas, no significa que logra condensar el CO₂ que se presenta así a la válvula de alta presión HPV en forma de gas denso. La válvula de alta presión (HPV), que es el corazón de este tipo de instalaciones y determina su rendimiento, tiene el objeto de hacer trabajar a la instalación a las condiciones más favorables en ese determinado momento, reducir como consecuencia la presión hasta 35-40 barg de trabajo del recipiente aguas abajo y como consecuencia condensar el CO₂. La regulación de la presión del recipiente se obtiene mediante la válvula RPRV o válvula de flash gas que tiene el cometido de bypassar parte del gas para mantener constante la presión del recipiente. Desde el recipiente, el líquido pasa a todos los equipos tanto de media como de baja, el líquido expandido por las válvulas de los evaporadores de baja es aspirado por los compresores LT y remezclado a continuación con el gas procedente de los evaporadores de media y de la válvula de regulación del recipiente (en esta zona la presión máxima puede variar desde los 25 hasta los 60 barg). Dichos gases, de temperaturas distintas, son aspirados a continuación por los compresores de media temperatura.

Entre las variantes más utilizadas se pueden encontrar:

- Inter cooler de refrigeración del gas de impulsión de los compresores de baja (gestionan una segunda línea de condensación en temperatura)
- intercambiadores de placas entre el gas procedente de la válvula

RPRV y la línea del líquido, con el doble objeto de subenfriar el líquido hacia los evaporadores y mitigar el calentamiento derivado de la válvula de flash;

- Intercambiadores de placas entre la aspiración de media temperatura y la salida del gas cooler, con el doble objeto de ayudar el remezclado de los distintos gases en aspiración de los compresores y enfriar adicionalmente el gas en la salida del gas cooler.

Solución CAREL

Lista de controles:

- pRack pR300T + ExV-C para central y válvulas de alta presión;
- MPXPRO + E2V para mostradores;
- EVDEVo + Ultracap para seguridad de válvulas;
- chillBooster para refrigeración evaporativa

pRack pR300T: control para la gestión de centrales frigoríficas de CO₂ transcricas

El pRack pR300T permite la gestión completa en configuraciones de única o múltiples tarjetas de centrales CO₂ transcricas, tanto de pequeñas como de medianas-grandes dimensiones. Con un único instrumento, de hecho, es posible gestionar la activación y la seguridad tanto de los compresores de baja como de media temperatura, eventuales sistemas de recuperación de calor, el gas cooler, el sistema de recuperación del aceite, la válvula de alta presión (HPV) y la válvula de regulación de la presión del recipiente (RPRV). Las válvulas HPC y RPRV pueden ser gestionadas directamente desde el pRack pR300T con driver integrado o con driver EVD EVO externo. Ambos instrumentos son compatibles con todas las válvulas disponibles en el mercado.



E3V-C: válvula de alta presión

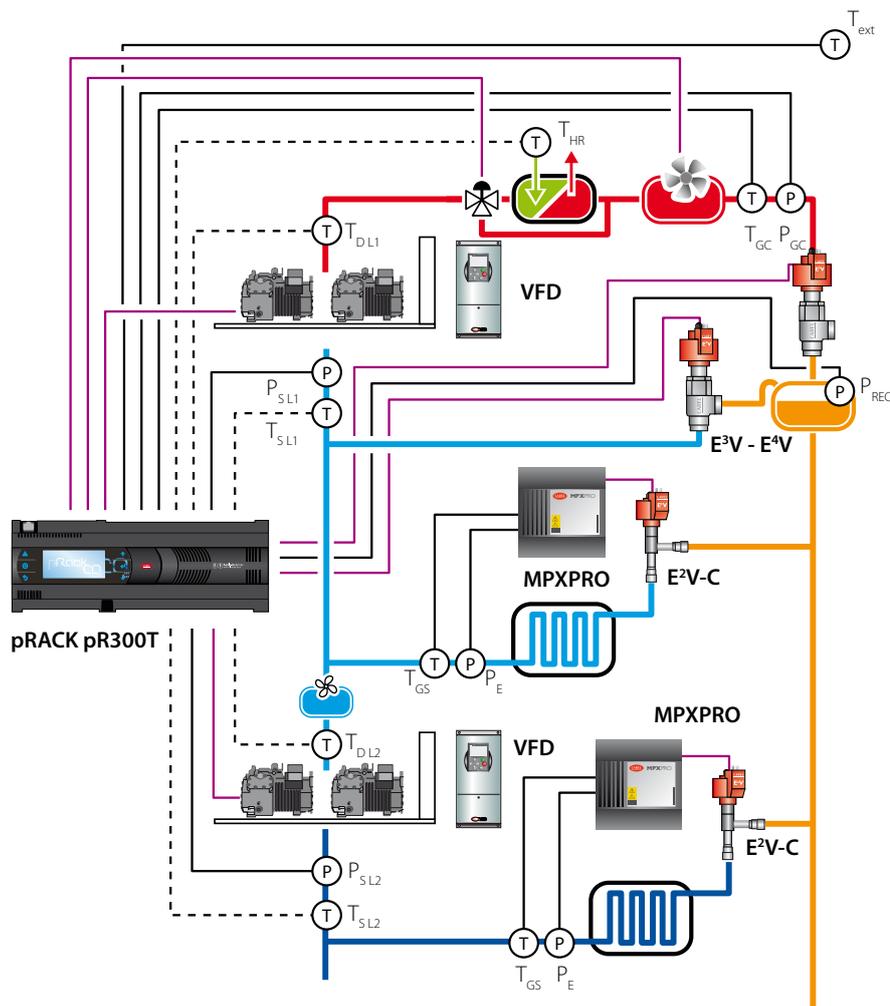
La consolidada experiencia de CAREL en las válvulas de laminación de alta eficiencia, y en particular en aquellas para refrigerantes naturales, se traduce en una familia de válvulas diseñada específicamente para aplicaciones transcricas de anhídrido carbónico (CO₂), adecuada para instalaciones de refrigeración en instalaciones comerciales e industriales en particular del sector alimentario

Toda la serie EXV-C garantiza la máxima libertad de instalación. Libertad permitida por dimensiones realmente reducidas (hasta el 30% menos que las alternativas), fruto de un diseño patentado (patent pending), y del estator removible que incluso en ausencia de alimentación, gracias al accesorio opcional EEVMAG permite la completa maniobrabilidad manual de la válvula.

Las dimensiones contenidas de la E3V-C significan también un peso sensiblemente inferior a los productos disponibles hoy en día, agilizando la instalación y reduciendo los problemas derivados de las vibraciones de la instalación. Una construcción desmontable y un filtro limpiable de acero inoxidable facilitan todavía más la instalación y el mantenimiento de E3V-C.



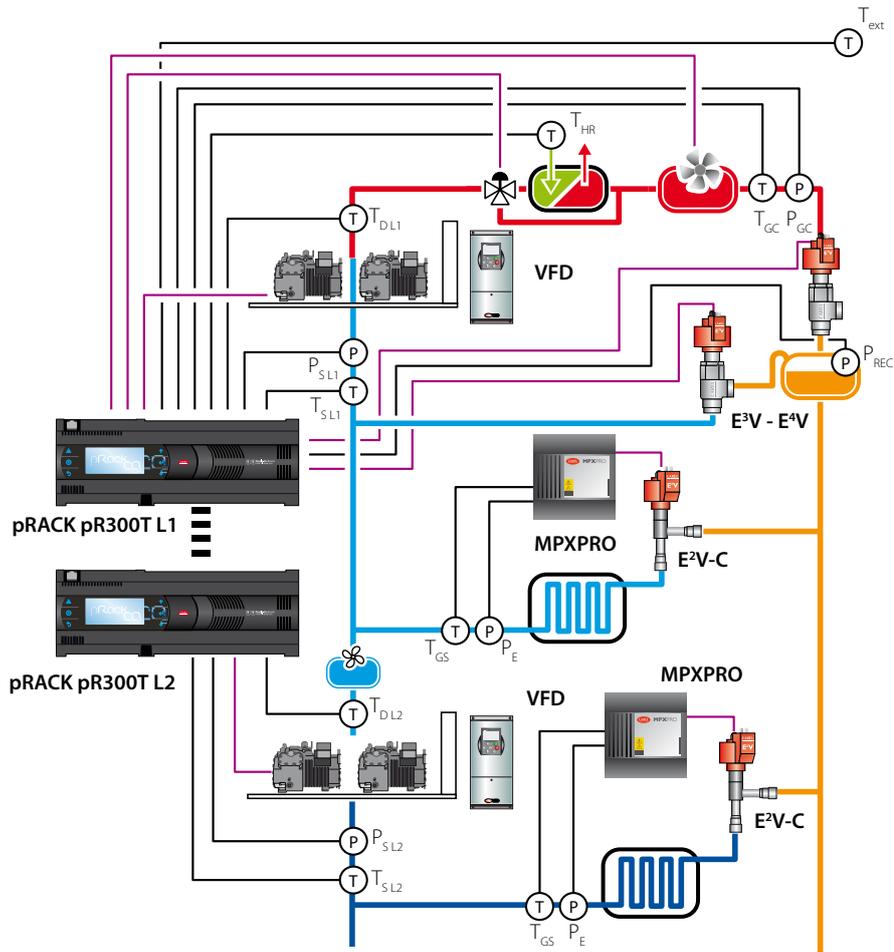
Esquema de control con pRack de tarjeta única y driver twin integrado



Conexiones del pRack pR300T

Sigla	Descripción	Tipo de sonda
T _{ext}	Temperatura exterior	NTC - HP
P _{GC}	Presión del gas cooler	4-20 mA 0-150 barg
T _{GC}	Temperatura de salida del gas cooler	NTC - HF
T _{HR}	Temperatura heat reclaim	NTC - HF (Para control del sistema de recuperación de calor (opcional))
P _{REC}	Presión del recipiente	4-20 mA 0-60 barg
P _{SL1}	Presión de aspiración línea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T _{SL1}	Temperatura de aspiración línea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Para control de recalentamiento en aspiración (opcional))
T _{DL2}	Temperatura de descarga línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF (Para control de temperatura de descarga (opcional))
P _{SL2}	Presión de aspiración línea 2 (baja temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T _{SL2}	Temperatura de aspiración línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF (Para control de recalentamiento en aspiración (opcional))

Esquema de control con pRack de doble tarjeta y driver twin integrado



Conexiones del pRack pR300T L1

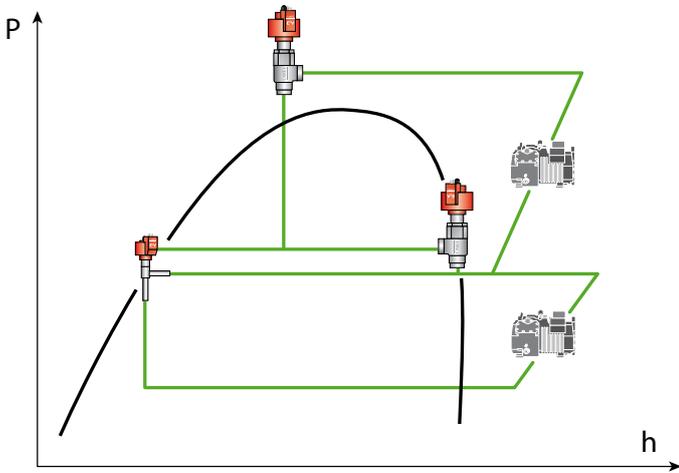
Sigla	Descripción	Tipo de sonda
T _{ext}	Temperatura exterior	NTC - HP
P _{GC}	Presión del gas cooler	4-20 mA 0-150 barg
T _{GC}	Temperatura de salida del gas cooler	NTC - HF
T _{HR}	Temperatura heat reclaim	NTC - HF (Para control del sistema de recuperación de calor)
P _{REC}	Presión del recipiente	4-20 mA 0-60 barg
P _{SL1}	Presión de aspiración línea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T _{SL1}	Temperatura de aspiración línea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Para control de recalentamiento en aspiración)

Conexiones del pRack pR300T L2

Sigla	Descripción	Tipo de sonda
T _{DL2}	Temperatura de descarga línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF (Para control de temperatura de descarga)
P _{SL2}	Presión de aspiración línea 2 (baja temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T _{SL2}	Temperatura de aspiración línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF (Para control de recalentamiento en aspiración)

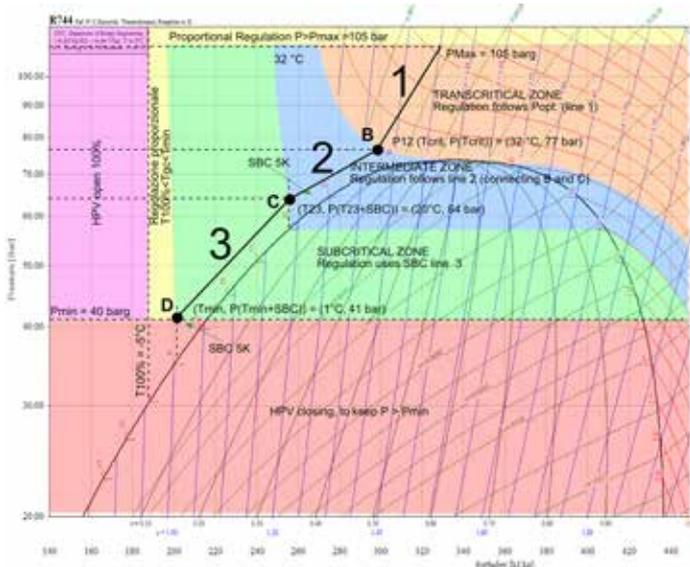
Particularidades de la instalación

Regulación de las válvulas de alta presión



El algoritmo de regulación de la válvula HPV en el interior del pRACK pR300T es gestionado en base a la lectura de la temperatura de salida del gas cooler TGC y de la presión del gas cooler PGC. En función de las condiciones de funcionamiento, el sistema puede funcionar en:

- Régimen transcrito (línea 1) donde el instrumento regula la válvula HPV para mantener el punto de trabajo óptimo que maximiza el COP de la central;
- Régimen subcrítico (línea 3) donde el instrumento intenta mantener un determinado nivel de subenfriamiento;
- Régimen de transición (línea 2) donde lo instrumento intenta mantener lo más suave posible el paso de transcrito a subcrítico, vista la naturaleza del refrigerante en aquella zona que no está ni en estado líquido ni gaseoso.



La gestión de la válvula de flash gas (RPRV) mantiene constante la presión en el interior del recipiente en torno a un punto de consigna preajustado, en condiciones extremas puede modificar las condiciones de funcionamiento de la válvula HPV para mantener en correcto funcionamiento el sistema completo.

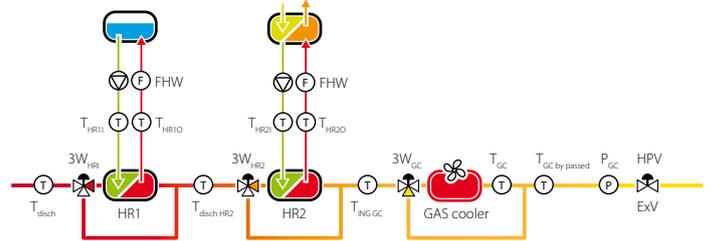
El sistema de recuperación del aceite gestiona los niveles del aceite del separador, controla la solenoide de inyección del recipiente regulando incluso la diferencia de presión con la aspiración de la central, y

gestiona también la inyección de aceite en los distintos compresores con las alarmas correspondientes en caso de que la inyección no sea suficiente. Importante para determinar el funcionamiento de la instalación, dicha función puede ser utilizada también con sistemas de recuperación de aceite electromecánicos, difundidos en el mercado como de sólo monitorización y para histórico de la instalación, para verificar su correcto funcionamiento.

Recuperación de calor

El sistema de recuperación de calor, muy importante para la eficiencia total del sistema, está gestionado para maximizar la cantidad de calor recuperable modificando las condiciones de trabajo tanto del gas cooler como de la válvula de alta presión.

El circuito aprovecha correctamente el calor en exceso procedente de la impulsión de los compresores de media en el momento en el que el sistema se vuelve transcrito, se acepta el deterioro del COP porque sería CMQ menor que el obtenido con el uso de una máquina de producción de calor.



La gestión de la recuperación de calor permite el control completo de dos intercambiadores y de las correspondientes bombas de circulación (en el caso de intercambio CO₂-agua). La activación y la regulación de cada recuperación seguirán el porcentaje de demanda de calor calculada a partir de una entre las siguientes:

- entrada digital
- sonda de temperatura
- señal analógica externa

En los últimos dos casos es, además, posible utilizar una entrada digital como permiso.

Una vez activa, la recuperación de calor puede actuar sobre el setpoint de la válvula HPV incrementando el setpoint mínimo correspondiente desde su valor predeterminado (40.0bar) hasta un nuevo setpoint mínimo (ej., 75.0bar). Actuando así, se lleva al sistema a trabajar en condiciones transcricas incluso cuando las condiciones de trabajo son subcríticas y el cálculo del setpoint del HPV estaría basado en el subenfriamiento.

El incremento del set point puede, proporcionalmente al aumento de la demanda del recuperador de calor, aumentar hasta un máximo configurable (que corresponde al 100% de la demanda del recuperador de calor). El recuperador de calor puede además actuar sobre el setpoint del Gas Cooler e incrementar gradualmente el setpoint en temperatura (o en presión) de los ventiladores del Gas Cooler simultáneamente al incremento del mínimo setpoint de la válvula de alta presión o como acción sucesiva. Como última acción, ligada siempre al porcentaje de demanda del recuperador de calor y a las condiciones de trabajo es además posible el bypass del gas cooler.



expansión para aplicaciones retail

DSS: Double system synchronization

Sistema de comunicación entre la central de media temperatura y la central de baja temperatura.

El circuito de baja temperatura, de hecho, no puede funcionar correctamente si el circuito de media no está en funcionamiento, la comunicación entre las dos centrales, por lo tanto, es indispensable para sincronizar el funcionamiento de las dos centrales y modificar las dinámicas de funcionamiento en caso de necesidad.

En particular, es posible:

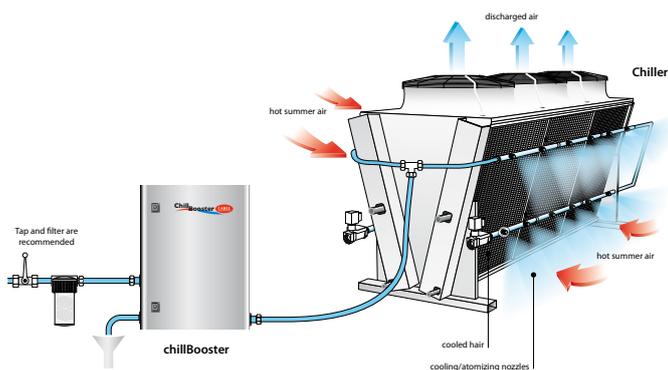
- Forzar el funcionamiento de la central de media en caso de que la central de baja esté en funcionamiento, tanto durante el arranque como durante el funcionamiento normal;
- Forzar la parada de la central de baja en caso de que la central de media no sea capaz de funcionar correctamente;
- Evitar señales simultáneas de los compresores de las distintas centrales para reducir los picos de energía absorbida;
- abilitar el pumpdown de la central de media cuando al menos 1 compresor de la central de baja es ya en función.

Soluciones por clima templado

Chillbooster - sistema de refrigeración adiabático para gas cooler CO₂

Particularmente indicado para instalaciones que se encuentran en sistemas climáticos templados, donde la temperatura exterior es superior a los 30 °C sólo durante pocos días al año, es un simple sistema de refrigeración adiabático que permite disminuir la temperatura exterior percibida por el gas cooler de 5 a 15 °C.

Óptima pues para mejorar la eficiencia de un sistema transcrito a temperaturas cálidas, está perfectamente integrado con el pRack pR300T para poder ser activado sólo en condiciones críticas o como seguridad.



Compresión paralela

El uso de una línea de aspiración adicional llamada intermedia o paralela permite mejorar la eficiencia energética del propio sistema, convirtiendo a este tipo de instalación particularmente adecuado para climas más templados.

El principio de la compresión paralela se basa en la posibilidad de aprovechar un COP más ventajoso en el momento en el que la cantidad de flash gas fuerza a la válvula de flash (RPRV) a permanecer abierta durante un periodo prefijado y además un cierto porcentaje. Un rendimiento mejor se obtiene gracias a la menor relación de presión entre aspiración e impulsión que se tiene utilizando exactamente los compresores de la línea intermedia más bien que los compresores de la línea de media temperatura.

Por medio de un ramal de bypass el refrigerante ya no se expande más para ser luego enviado a la aspiración a los compresores de media

temperatura pero será enviado directamente a la aspiración de los compresores de la línea paralela.

La gestión sincronizada de la válvula de by pass y del compresor paralelo permiten por lo tanto un aumento de eficiencia de la instalación cuando el sistema trabaja en régimen transcrito, disminuyendo drásticamente la cantidad de gas bypassado en aspiración y garantizando un perfecto control de la presión del recipiente.



Eyectores, centrales de CO₂ de cuarta generación

Como alternativa o paralelamente a la compresión auxiliar se están estudiando nuevas soluciones para el aumento de la eficiencia energética de las centrales de anhídrido carbónico por medio de los dispositivos mecánicos estáticos llamados eyectores.

Los eyectores se basan en el efecto Venturi y permiten utilizar un flujo primario - típicamente en la salida del gas cooler a alta presión - acelerado por medio de un estrechamiento para aspirar, mezclar y transportar un flujo secundario a presión inferior - aspiración o recipiente del líquido.

El uso de los eyectores permite reducir la relación de compresión y el caudal elaborado por los compresores, garantizando un ahorro energético

CO₂ transcrito, motocondensante

El CO₂ en los sistemas transcritos moto condensados cede calor a temperaturas superiores a la temperatura crítica. Se habla de sistema de una sola etapa donde el CO₂ enfriado por el gas cooler es expandido primero por medio de la válvula de alta presión y después, una vez líquido, por medio de la válvula electrónica en la fase de laminación (antes de la evaporación del CO₂ en los mostradores singulares.

Para aplicaciones de pequeñas dimensiones, CAREL puede ofrecer una solución completa e integrada con el uso de válvulas stepper E2V*CS adecuadas para este tipo de unidades por su facilidad de montaje respecto a las más grandes presentes en el mercado.

Las válvulas de CO₂ CAREL E2V*CS con presión máxima de utilización de 140 barg y 90bár diferencial pueden ser utilizadas en este tipo de aplicaciones hasta capacidades máximas de 18 kW.

La solución compacta prevé pues, un único control dotado de driver integrado y ultracap para la gestión directa de las válvulas E2V*CS utilizadas como HPV y RPRV. La escalabilidad de la plataforma pRack prevé pues el uso de la misma interfaz del usuario para aplicaciones de este tipo con una particular atención a los costes de instalación y a la facilidad de uso.

Ventajas y criticidades



- instalación con utilización completa de refrigerantes naturales (CO₂);
- varios estudios demuestran una eficiencia mayor de cada tipo distinto de instalación (r404a tradicional o CO₂ Subcrítico) con temperatura ambiental media inferior a los 15 °C;
- tecnología en estandarización, costes en reducción.



- altas presiones en juego (hasta 120 barg);
- instalaciones normalmente más complejas que las tradicionales;
- buena eficiencia incluso en ambientes de clima cálido (>15 °C) con uso de tecnologías adicionales como compresión paralela, chillBooster y recuperación de calor.



Solución CAREL

Lista de controles:

- pRack pR100T para la central;
- E2V-C para válvulas de alta presión;
- MPXPRO + E2V para mostradores;
- EVDEVo + Ultracap para seguridad de válvulas.

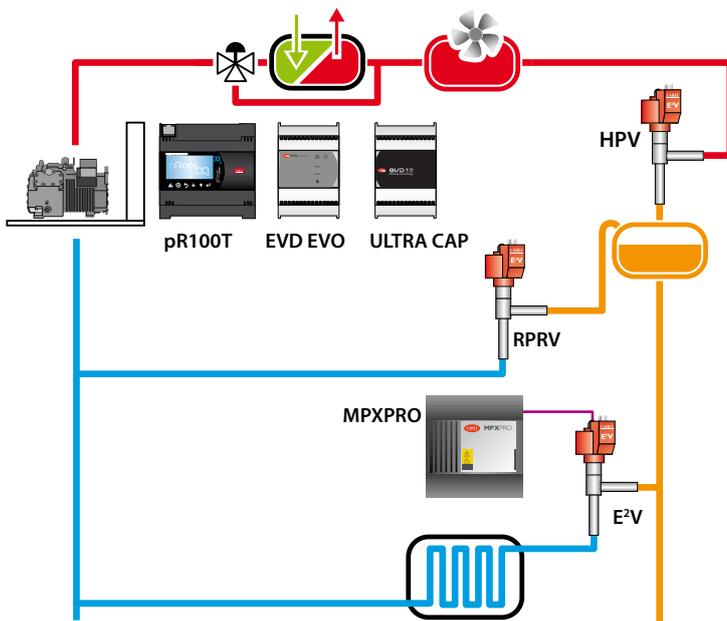
pRack pR100T: control para la gestión de máquinas de CO₂ moto condensantes

pRack pR100T es un control compacto pero con grandes potencialidades. Permite, de hecho, la gestión completa de un pequeño sistema de CO₂ con una sencilla e intuitiva interfaz del usuario, y se propone como control ideal para moto condensantes y Convenience Store.

La experiencia de CAREL en el campo del CO₂ y el cada vez mayor número de supermercados Green equipados con el pR300T han dado vida a un gran controlador caracterizado por la alta fiabilidad y la alta eficiencia energética incluso para pequeñas unidades.



Esquema de control con pRack tarjeta única e driver twin integrado



Conexiones pRack pR100T

sigla	descripción	Tipo sonda
T _{ext}	Temperatura exterior	NTC - HP
P _{GC}	Presión gas cooler	4-20 mA 0-150 barg
T _{GC}	Temperatura salida gas cooler	NTC - HF
T _{HR}	Temperatura heat reclaim	NTC - HF (Per control sistema de recuperación calor (opcional))
P _{REC}	Presión recipiente	4-20 mA 0-60 barg
P _{S11}	Presión de aspiración línea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T _{S11}	Temperatura de aspiración línea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Para control de recalentamiento aspiración(opcional))
T _{D12}	Temperatura de descarga línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF (Para control de temperatura de descarga (opcional))
P _{S12}	Presión de aspiración línea 2 (baja temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T _{S12}	Temperatura de aspiración línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF (Para control de recalentamiento aspiración(opcional))

Componentes comunes

Además de los instrumentos ya descritos, CAREL Retail Sistema incluye una serie de productos adicionales esenciales para la gestión de una instalación

PVPRO: sistema de supervisión

Punto de acceso único dentro de la instalación, se propone tanto como instrumento de ajuste fino de la instalación, de monitorización continua e histórica de los datos, comunicación hacia el exterior y gestión de las alarmas. Accesible tanto remotamente como en local, prevé varias funciones que optimizan el funcionamiento de la instalación y aumentan su seguridad:

- Floating suction pressure: para optimizar el punto de consigna de aspiración de la central frigorífica en función de las demandas reales de la instalación;
- Dew point broadcast: para modular las resistencias antiempañantes de los mostradores por medio de la lectura del punto de rocío del punto de venta;
- Parameters Control: para tener monitorizados, incluso offline, los parámetros vitales de funcionamiento del sistema previniendo modificaciones accidentales;
- Energy: para monitorizar el consumo energético de la instalación, crear informes planificados que muestran claramente las prestaciones de la instalación;
- KPI (Key performances indicator): para tener una reasunción rápida y eficaz del estado de funcionamiento de los distintos equipos y establecer claramente dónde es necesario intervenir;
- Recovery procedure: en colaboración con la central frigorífica, para interactuar directamente con todos los controladores de los equipos, en caso de mal funcionamiento de la central y planificar oportunamente el arranque para facilitar la reactivación del sistema.



DPWL: sensores de fuga de gas

Disponibles para cada tipo de refrigerante, en particular el sensor de fuga para CO₂ es muy importante para instalaciones tanto en sala de máquinas como en las salas de exposición. Conectables directamente a los controles electrónicos por medio de señales analógicas, o directamente al sistema de supervisión vía Modbus RTU permiten monitorizar constantemente el nivel de CO₂ presente en el ambiente y detectar rápidamente eventuales fugas de gas peligrosas para las personas. El CO₂, de hecho, es un gas asfixiante más pesado que el aire, en caso de fuga, tiende a acumularse en el suelo, la instalación de los sensores es por lo tanto aconsejada a una altura de 30-40 cm del suelo y cerca de las máquinas utilizadoras.



VFD: inverter

Disponibles tanto para compresores como para ventiladores, la gama de inverter CAREL VFD cubre todas las aplicaciones incluso las de CO₂ y en colaboración con la gama pRack permite una regulación fina de la presión de evaporación.



Sondas y transductores

Amplia gama de sondas de temperatura y transductores de presión de varios tipos capaz de cubrir completamente todas las aplicaciones con refrigerantes naturales:

- sondas de presión de 4-20 mA: aconsejadas para centrales frigoríficas;
- sondas de presión proporcionales: aconsejadas para mostradores y cámaras;
- sondas de temperatura NTC y pT1000;
- sondas de temperatura NTC y pT1000 de cinta: aconsejadas per instalaciones en tubos.



pLoads: control de cargas

Dispositivo capaz de gestionar el control de las cargas en base al consumo energético de la instalación, permite activar y/o desactivar las distintas cargas sólo cuando es posible.

Integrado en el pRack pR300 permite reducir la capacidad frigorífica de la central en caso de necesidad.



pChrono: planificador

Dispositivo capaz de planificar la activación de luces, bombas y cualquier otro dispositivo en el interior de la instalación para maximizar el ahorro energético, no sólo de la parte de refrigeración sino también del acondicionamiento y del building management.



EXV lab

CAREL exv lab es el instrumento guía para la elección y el uso de las válvulas CAREL.

Se trata de un entorno web donde, tanto el proyectista experto, como un usuario neófito pueden encontrar instrumentos de selección y verificación de la válvula para todas las aplicaciones y los regímenes de funcionamiento en los que es posible utilizar una EXV.

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



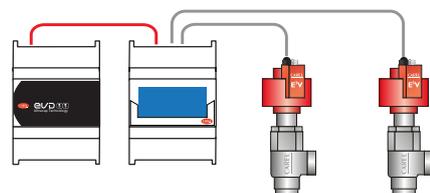
ULTRACAP para EVDEVO

El Ultracap es el nuevo dispositivo de alimentación de emergencia para válvulas electrónicas, es el complemento natural de EVDEVO, tanto único como Twin, asegura el cierre completo de las válvulas incluso en el caso de caída de tensión de red imprevista.

Gracias a la tecnología ELDC (Electric Double Layer Capacitors), el Ultracap puede suministrar energía de emergencia inmediata, fiable y limpia, representan un paso adelante respecto a los sistemas convencionales basados en baterías, también en términos de desecho de materiales de mantenimiento.

El Ultracap es energía inmediata: después de sólo 4 minutos desde que se restablece la tensión, está ya nuevamente cargado y activo (en la práctica, el puro tiempo de arranque del compresor...).

La extrema fiabilidad de Ultracap unida a las excepcionales calidades de cierre hermético de las válvulas Carel, elimina la necesidad de válvula solenoide incluso en las aplicaciones más críticas.



MPXPRO & E2V - control para mostradores frigoríficos canalizados y válvulas de expansión electrónica stepper

Dada la velocidad del CO₂ como refrigerante, la regulación de los evaporadores es esencial para un buen funcionamiento de la instalación. Con este fin, el uso de válvulas de expansión electrónica stepper CAREL E²V es importante para garantizar una buena estabilidad de la instalación. Dotado de tecnología ultracap el sistema MPXPRO + E²V es capaz de garantizar el cierre perfecto de la instalación sin el uso de solenoides adicionales.



Familia E3V-C

Las válvulas de la familia EXV-C ofrecen la máxima libertad de empleo, pudiendo gestionar hasta 140 barg de presión máxima de trabajo (MOP), y siendo capaces de asegurar el cierre hermético incluso en presencia de presiones diferenciales elevadísimas. Gracias a dimensiones realmente contenidas, fruto de un diseño patentado, las EXV-C pueden insertarse en cualquier instalación incluso ya existente (reformas). Precisión mecánica, fiabilidad garantizada por pruebas de vida extremas, y versatilidad aplicativa son la síntesis de las elevadísimas prestaciones que la EXV-C está lista para ofrecer a cada circuito de CO₂.



Familia E2V

La válvula electrónica E2V está destinada a la instalación en circuitos frigoríficos como dispositivo de expansión para el fluido refrigerante utilizando como señal de regulación el recalentamiento calculado por medio de una sonda de presión y una de temperatura puestas ambas a la salida del evaporador.

E2V-BSF/M

Las válvulas E2V-BS son para soldar, y no tienen en dotación un filtro mecánico antes de la entrada del refrigerante; sin embargo, es posible insertar el filtro (opcional) de malla metálica exclusivamente en el racor lateral de entrada situándolo en cuña y bloqueándolo con el tubo del circuito, antes de soldar la válvula. Aprobación CE: 60 bar (870psi). Aprobación UL: 45bar (652 psi).



E2V-BZ

Las E2V-BZ tienen los racores mixtos y permiten por lo tanto ambas operaciones (soldar y roscar). El filtro mecánico se suministra en dotación y también en este caso el filtro es usado en la modalidad unidireccional. Aprobación CE: 60 bar (870psi). Aprobación UL: 45bar (652 psi)



E2V-CS

Además de la tradicional función de expansión para el fluido refrigerante utilizando como señal de regulación el recalentamiento esta válvula puede ser utilizada como regulador de presión en circuitos transcíticos con refrigerante CO₂ (R744). Las válvulas E2V-C son para soldar y es siempre necesario instalar un filtro mecánico antes de la entrada del refrigerante. El filtro es opcional o directamente disponible en la serie E2V-CS100. Las características principales de estas válvulas son:

- Máxima Presión de trabajo (MOP) hasta 140 bar (2.030 psi);
- Máximo DP de trabajo (MOPD) 120 bar (1.740 psi) - para E2V24C**** 85bar (1.233psi) .



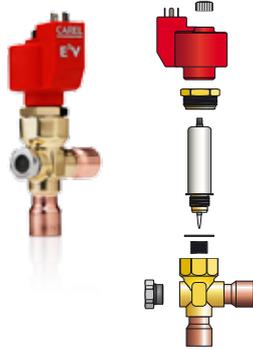
E2V-S

Las válvulas E2V-S deben ser soldadas al circuito mediante soldadura de los racores de cobre a los tubos de salida del condensador (IN) y de entrada del evaporador (OUT).

La E2V SMART está constituida por componentes modulares a ensamblar durante la instalación, la versatilidad está garantizada por el cartucho removible.

Esta solución favorece el mantenimiento y la inspección de las partes individuales.

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



actuador 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

CAREL Australia
www.carel.com.au

CAREL China
www.carel-china.com

CAREL Deutschland
www.carel.de

CAREL France
www.carelfrence.fr

CAREL HVAC/R Korea
www.carel.com

CAREL Iberica
www.carel.es

CAREL India
CAREL ACR Systems India (Pvt) Ltd.
www.carel.in

CAREL Middle East DWC LLC
www.carel.com

CAREL Nordic AB
www.carel.com

CAREL Russia
www.carelrussia.com

CAREL South Africa
CAREL Controls S.A. (Pty)
www.carelcontrols.co.za

CAREL Sud America
www.carel.com.br

CAREL U.K.
www.careluk.co.uk

CAREL U.S.A.
www.carelusa.com

Affiliates

CAREL Czech & Slovakia
CAREL spol. s.r.o.
www.carel-cz.cz

CAREL Ireland
FarrahVale Controls & Electronics Ltd.
www.carel.com

CAREL Japan Co., Ltd.
www.carel-japan.com

CAREL Korea (for retail market)
www.carel.co.kr

CAREL Mexicana S de RL de CV
www.carel.mx

CAREL Thailand
www.carel.co.th

CAREL Turkey
CFM Sogutma ve Otomasyon San. Tic. Ltd.
www.carel.com.tr