



SPA Soluciones para aplicaciones retail de CO₂

Índice

1. ¿POR QUÉ UTILIZAR EL CO₂ COMO REFRIGERANTE?	5
1.1 Características termodinámicas	5
1.2 Ciclo Subcrítico.....	5
1.3 Ciclo Transcrítico.....	5
2. CO₂ SUBCRÍTICO EN CASCADA	7
2.1 Solución CAREL	7
2.2 Particularidades de la instalación.....	10
3. CO₂ TRANSCRÍTICO BOOSTER	12
3.1 Solución CAREL	13
3.2 Particularidades de la instalación.....	15
3.3 Condensing unit de CO ₂ transcrítico	16
4. CO₂ SUBCRÍTICO BOMBEADO	18
4.1 Solución CAREL	18
5. COMPONENTES COMUNES	20



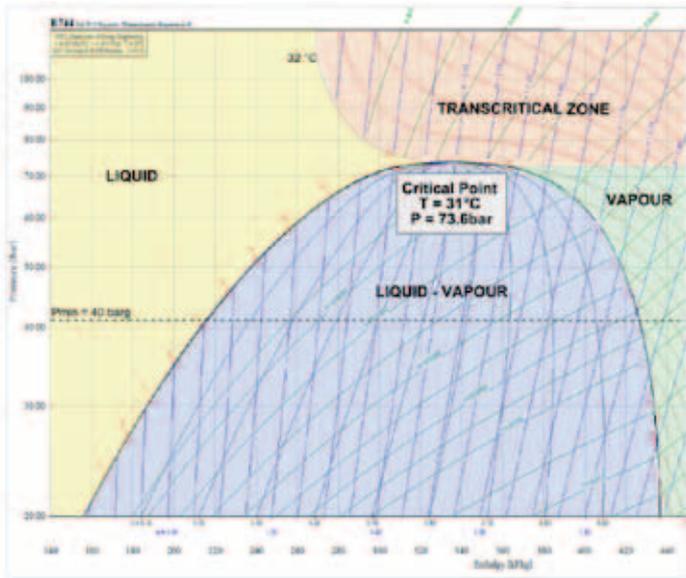
1. ¿POR QUÉ UTILIZAR EL CO₂ COMO REFRIGERANTE?

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.

1.1 Características termodinámicas

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.

Fluido	Temp. crítica (°C)	Pres. crítica (bar)	Pres. saturación (bar)		Calor latente volumétrico a -20 °C (kJ/m³)
			-20 °C	+30 °C	
CO ₂	31,06	73,84	19,7	72,1	14.592
R22	96,15	49,9	2,4	11,9	2.371
R134a	101,06	40,59	1,3	7,7	1.444
R410A	71,36	49,03	4	18,9	3.756
R404A	72,1	36,2	3,1	14,3	2.820
NH3	132,25	113,33	1,9	11,7	2.131

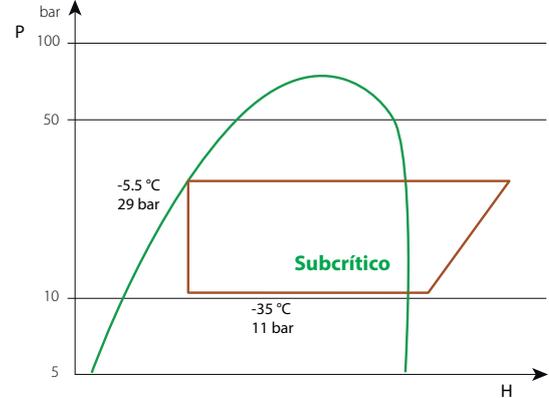
Observar también que las presiones de trabajo son muy elevadas, lo que constituye el mayor desafío para los componentes de la instalación, desde los compresores, hasta las válvulas y las tuberías. También se observa que las presiones elevadas permiten también un diámetro inferior para los tubos, una 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.

1.2 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

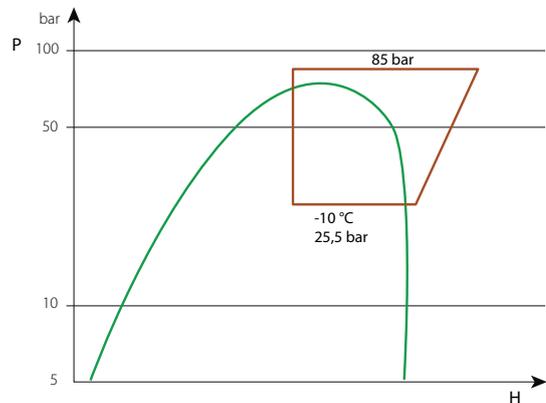


El ciclo primario se confía a un fluido refrigerante tradicional y tiene la misión de mantener la temperatura de condensación del ciclo de CO₂ por debajo del punto crítico, generalmente entre -5 y -10 °C.

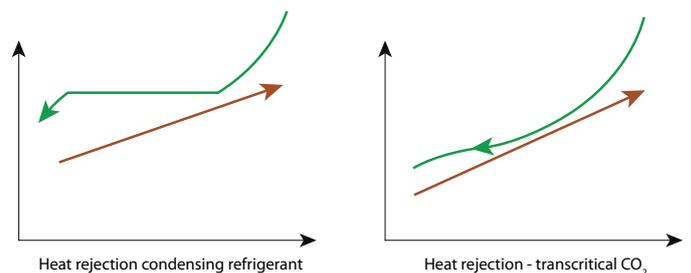
1.3 Ciclo transcritical

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 transcritical 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 transcritical



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.



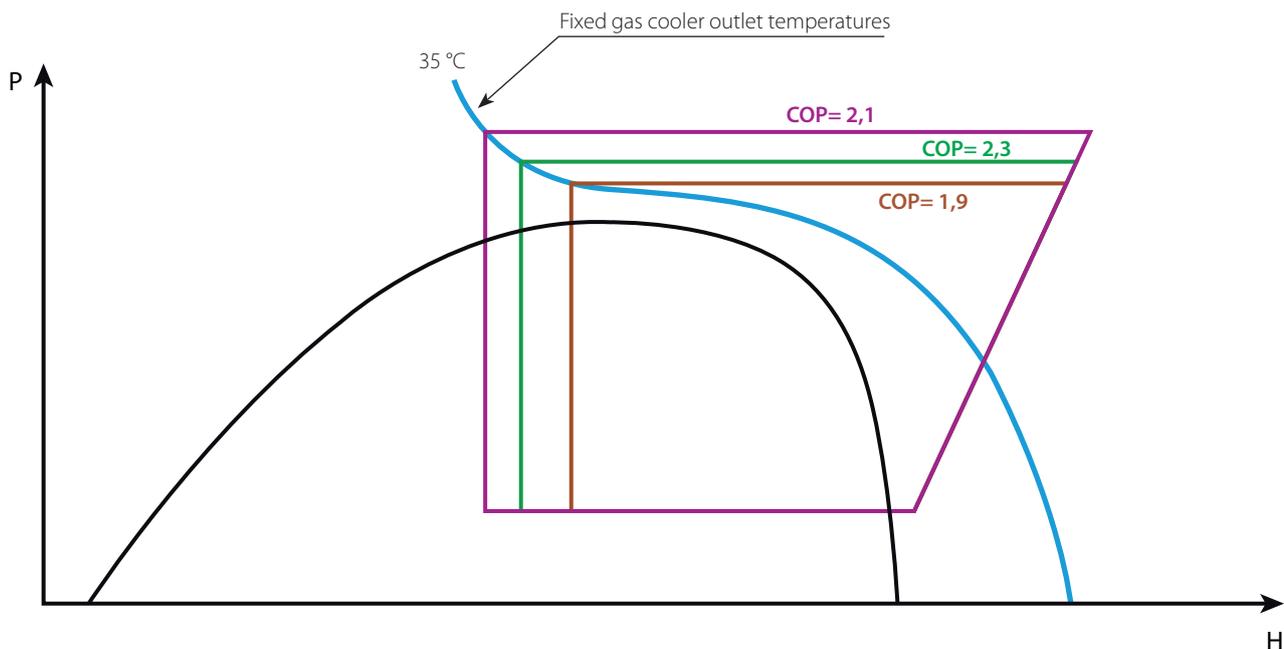
En el caso de la condensación, se tiene una transformación a presión constante en la que el gas pasa al estado líquido, en el caso de un ciclo transcrito se tiene una transformación en la que el gas supercrítico ve reducirse constantemente la temperatura.

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.

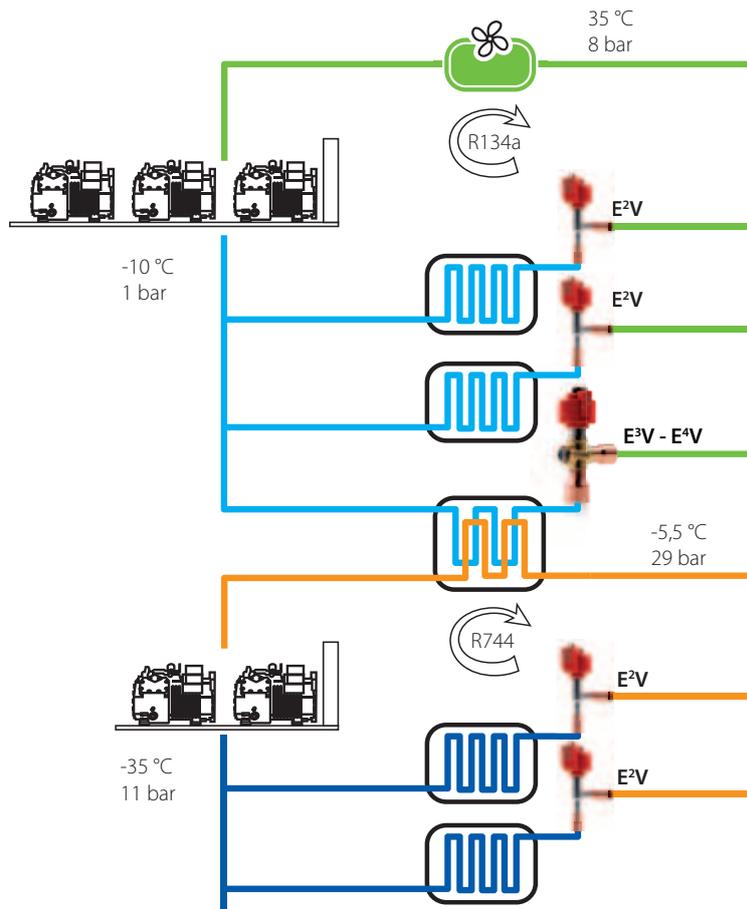


2. CO₂ SUBCRÍTICO EN CASCADA

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.

Ejemplo de instalación CO₂ Subcrítico en cascada



PROS

- 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

CONTRAS

- 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

2.1 Solución CAREL

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,



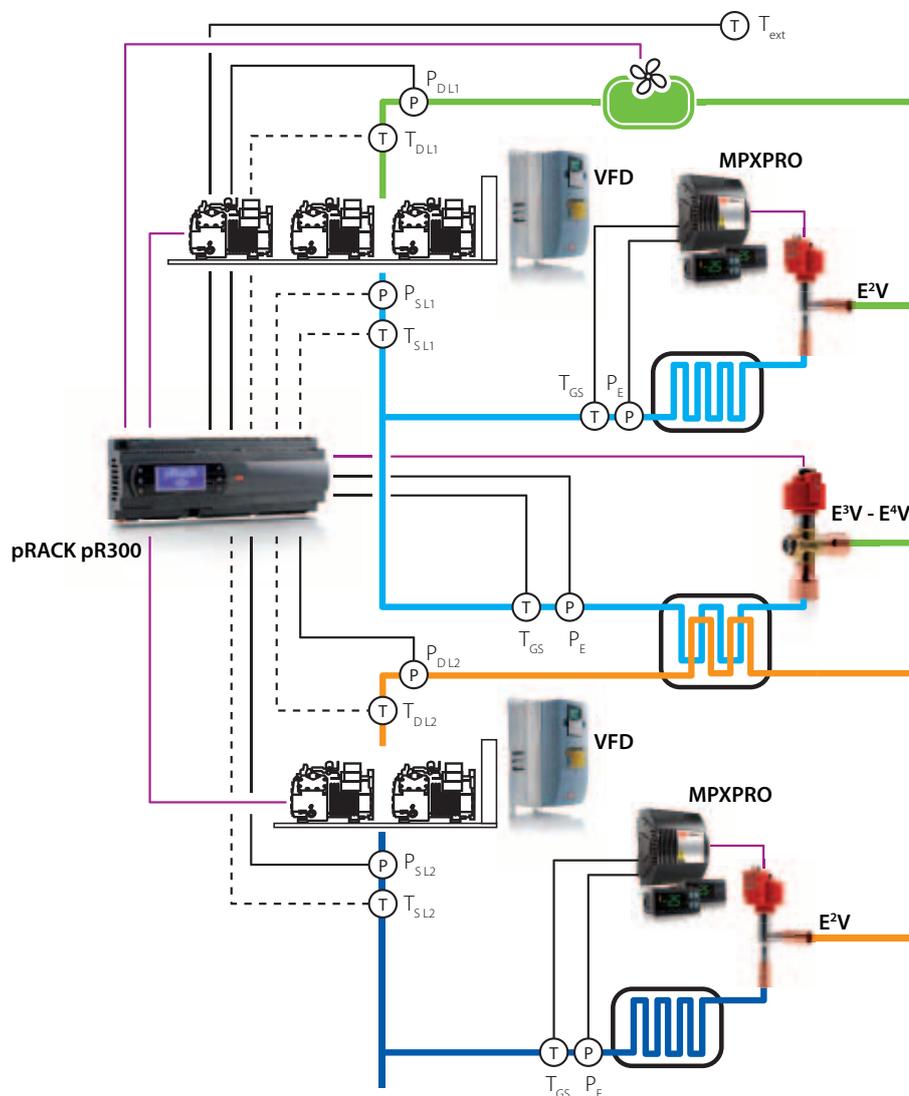
pRACK pR300



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).

Esquema de control con pRack tarjeta única y driver único integrado



Conexiones pRACK

Sigla	Descripción	Tipo de sonda	Notas
T _{ext}	Temperatura exterior	NTC - HP	
P _{D,L1}	Presión de descarga línea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-18,2 barg	
T _{D,L1}	Temperatura de descarga línea 1 (media temperatura)	NTC - HF	Para control de temperatura de descarga (opcional)
P _{S,L1}	Presión de aspiración línea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-7 barg	Podría ser utilizada como respaldo de la PE
T _{S,L1}	Temperatura de aspiración línea 1 (media temperatura)	NTC - HF	Para control de recalentamiento en aspiración (opcional)
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 _{D,L2}	Presión de descarga línea 2 (baja temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg	
T _{D,L2}	Temperatura de descarga línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF	Para control de temperatura de descarga (opcional)
P _{S,L2}	Presión de aspiración línea 2 (baja temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg	
T _{S,L2}	Temperatura de aspiración línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF	Para control de recalentamiento en aspiración (opcional)

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



MPXPRO & E²V

ultracap el sistema MPXPRO + E²V es capaz de garantizar el cierre perfecto de la instalación sin el uso de solenoides adicionales.

E²V: Válvulas de expansión electrónica

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 E²V (válvulas electrónicas PWM en estos ámbitos no garantizan rendimientos óptimos).

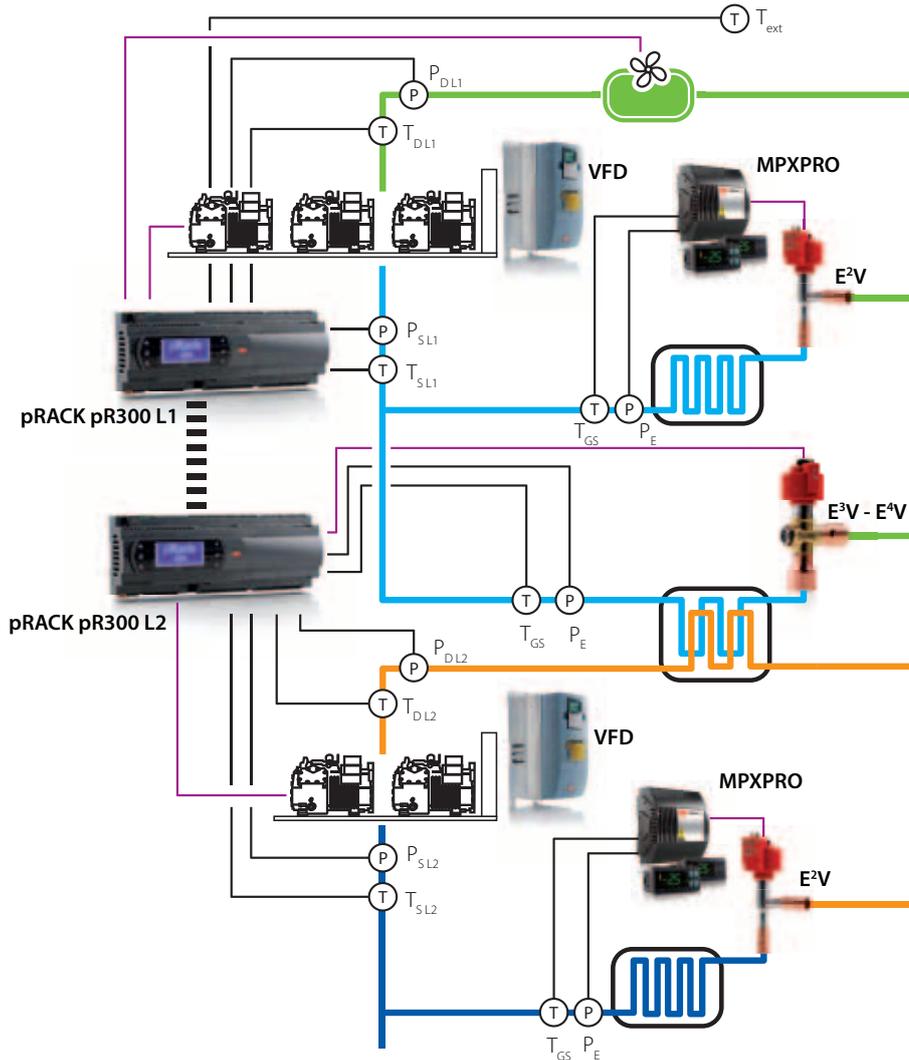
En estas aplicaciones, además de la regulación tradicional en base al recalentamiento en aspiración, se añade la integración con la central de baja temperatura por vía directa si el driver está integrado en el control de la central de baja o por vía de comunicación serie si el driver EVD EVO es externo.

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



Válvulas de expansión electrónica E²V

Esquema de control con pRack doble tarjeta y driver único integrado



Conexiones del pRack L1

Sigla	Descripción	Tipo de sonda	Notas
T _{ext}	Temperatura exterior	NTC - HP	
P _{D,L1}	Presión de descarga línea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-18,2 barg	
T _{D,L1}	Temperatura de descarga línea 1 (media temperatura)	NTC - HF	Para control de temperatura de descarga
P _{S,L1}	Presión de aspiración línea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-7 barg	
T _{S,L1}	Temperatura de aspiración línea 1 (media temperatura)	NTC - HF	Para control de recalentamiento en aspiración

Sigla	Descripción	Tipo de sonda	Notas
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 _{D,L2}	Presión de descarga línea 2 (baja temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg	
T _{D,L2}	Temperatura de descarga línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF	Para control de temperatura de descarga
P _{S,L2}	Presión de aspiración línea 2 (baja temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg	
T _{S,L2}	Temperatura de aspiración línea 2 (baja temperatura)	NTC - HF	Para control de recalentamiento en aspiración



2.2 Particularidades de la instalación

2.2.1 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

2.2.2 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.

Están previstos procedimientos de seguridad en caso de condiciones críticas que no permiten la estabilidad del sistema.

Disponible tanto para intercambiador único como para intercambiador doble.

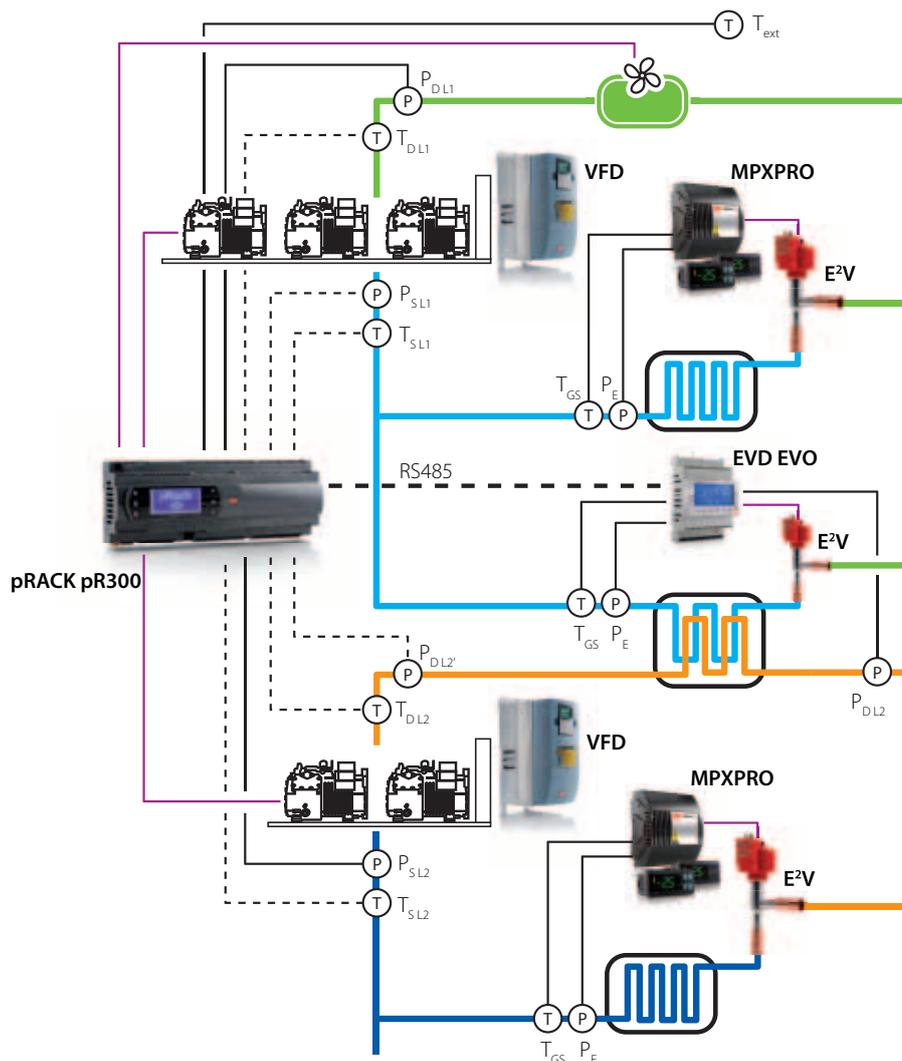
En el caso de utilizar uno o varios drivers únicos es posible conectar la sonda de presión de condensación directamente al driver EVD EVO, de este modo la regulación de la válvula será directamente influenciada por un procedimiento de seguridad que tiende a abrir la válvula en caso de que la presión de condensación del CO₂ sea demasiado elevada. En este caso la presión de condensación del CO₂ conectada al pRack se convierte en opcional.

Esta función es utilizable en caso de usar:

- pRack pR300 con driver integrado con un solo intercambiador
- pRack pR300 con driver EVD EVO externo único
- pRack pR300 con 2 drivers EVD EVO externos únicos

No es utilizable por el contrario cuando se gestionan directamente dos válvulas con el driver integrado o EVD EVO twin.

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	Notas
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	Notas
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	



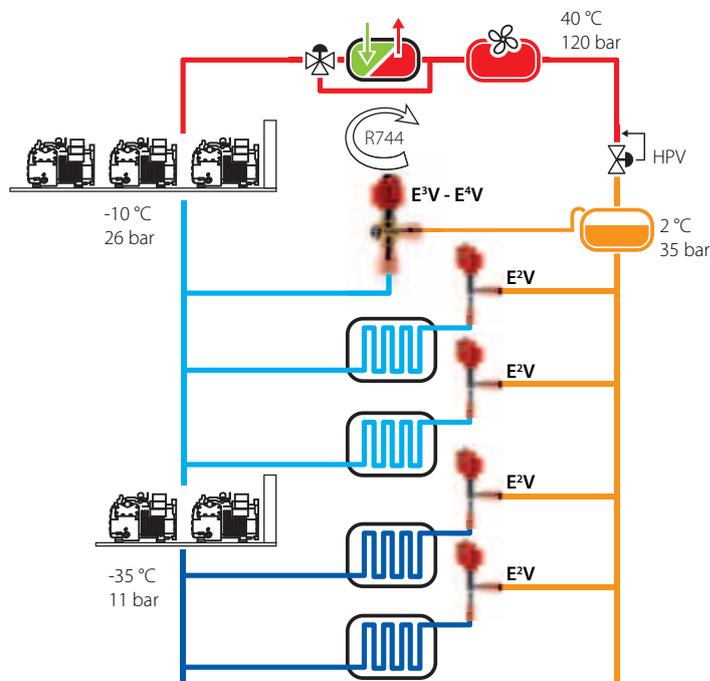
3. CO₂ TRANSCRÍTICO BOOSTER

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 3 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)
- Presión intermedia: la zona de la válvula HPV a todas las válvulas de expansión (en naranja)
- 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)
- 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)

Una instalación tradicional básica 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

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 que tiene el objeto 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
- 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

PROS

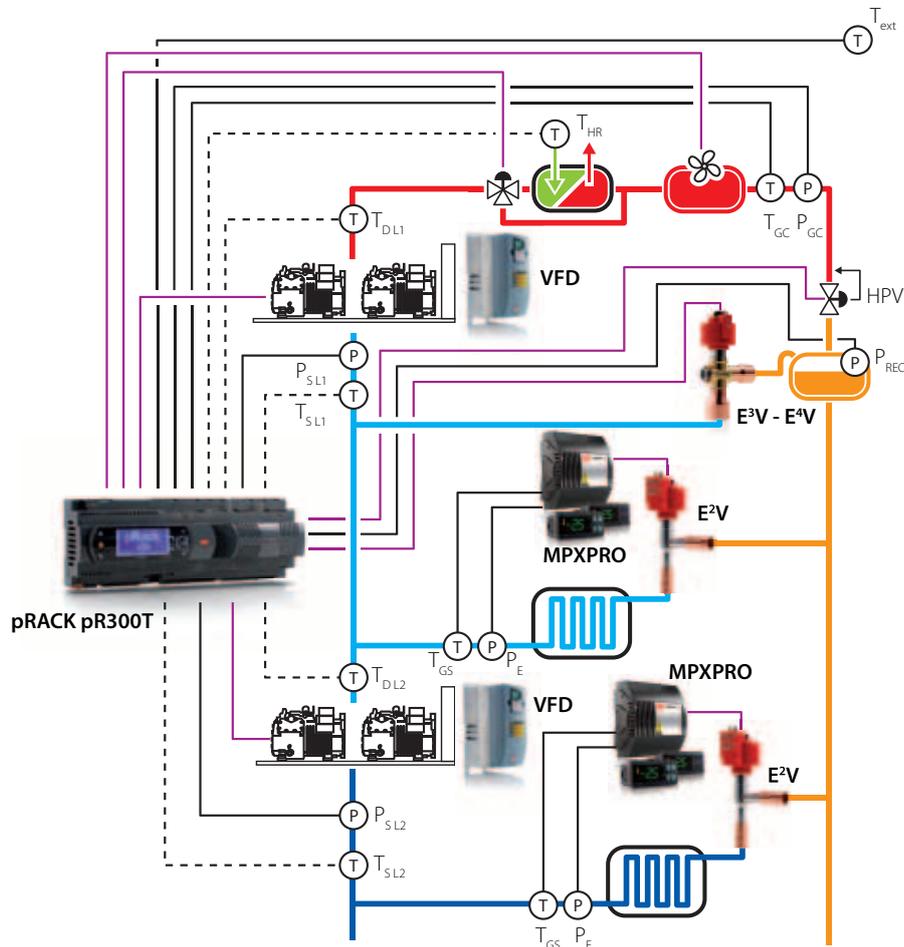
- Instalación con utilización completa de refrigerantes naturales (CO₂)
- Varios estudios demuestran una eficiencia mayor de cada tipo distinto de instalación (r404a tradicional o CO₂ Subcrítico) con temperatura ambiental media inferior a los 15 °C
- Tecnología en estandarización, costes en reducción

CONTRAS

- Altas presiones en juego (hasta 120 barg)
- Instalaciones normalmente más complejas que las tradicionales
- Eficiencia no valorable todavía en ambientes de clima cálido (> 15 °C)

3.1 Solución CAREL

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



Conexiones del pRack pR300T

Sigla	Descripción	Tipo de sonda	Notas
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)



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.



pRack pR300T

MPXPRO & E²V: control para mostradores frigoríficos canalizados y válvulas de expansión electrónicas stepper

Dada la elevada dinamicidad de los sistemas de CO₂, la regulación de los evaporadores se convierte en esencial para un buen funcionamiento de la instalación. Con este fin, el uso de válvulas de expansión electrónicas 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 la perfecta parada de la instalación sin el uso de solenoides adicionales.



MPXPRO & E²V

E²V: Válvulas de expansión electrónica

Las válvulas de expansión stepper CAREL E²V estándar tienen una presión máxima de 45 barg, es decir, pueden ser utilizadas normalmente (como válvulas de expansión en los mostradores y como válvulas de flash gas (RPRV)) en todas las instalaciones en las que la presión máxima del recipiente es 45 barg.

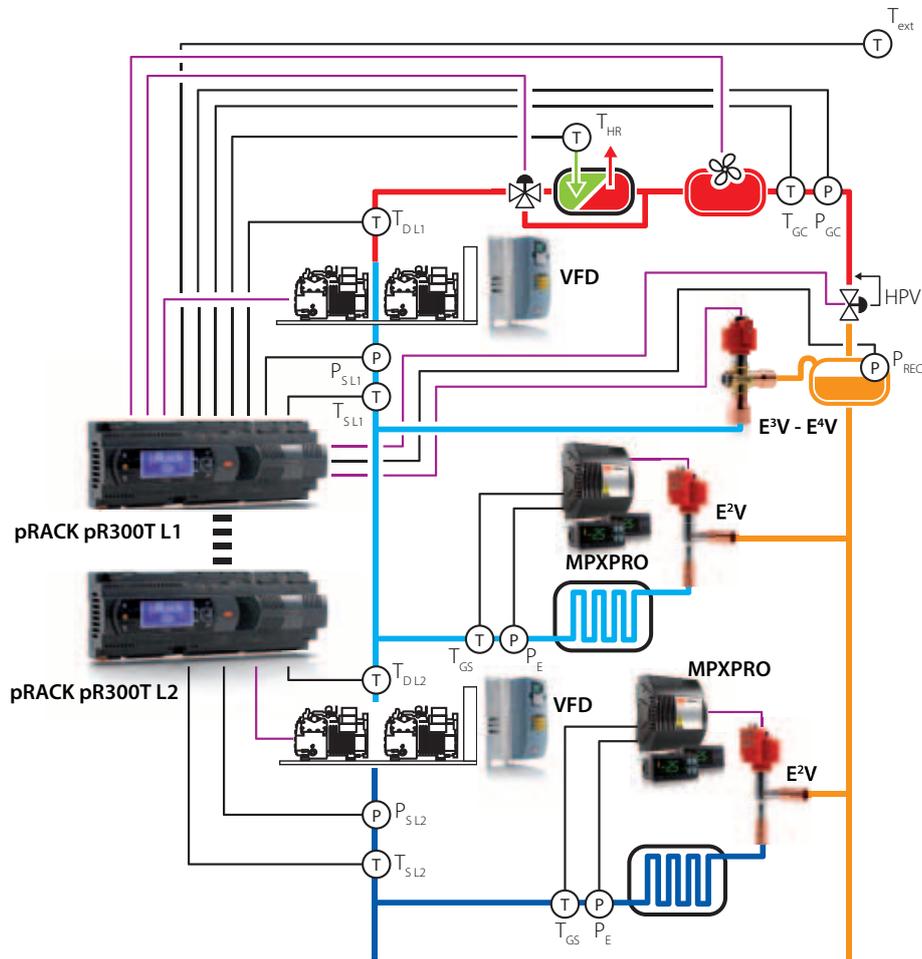
En los casos en los que la presión máxima del recipiente sea superior a dicho valor es posible utilizar la serie E2V*CS* diseñada justamente para aplicaciones de CO₂ transcricas con presión máxima de 140 barg.

Este tipo de válvulas pueden ser utilizadas también como válvulas de alta presión HPV y flash RPRV, en caso de centrales frigoríficas de pequeñas dimensiones.



Válvulas de expansión electrónica E²V

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



Conexiones del pRack pR300T L1

Sigla	Descripción	Tipo de sonda	Notas
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

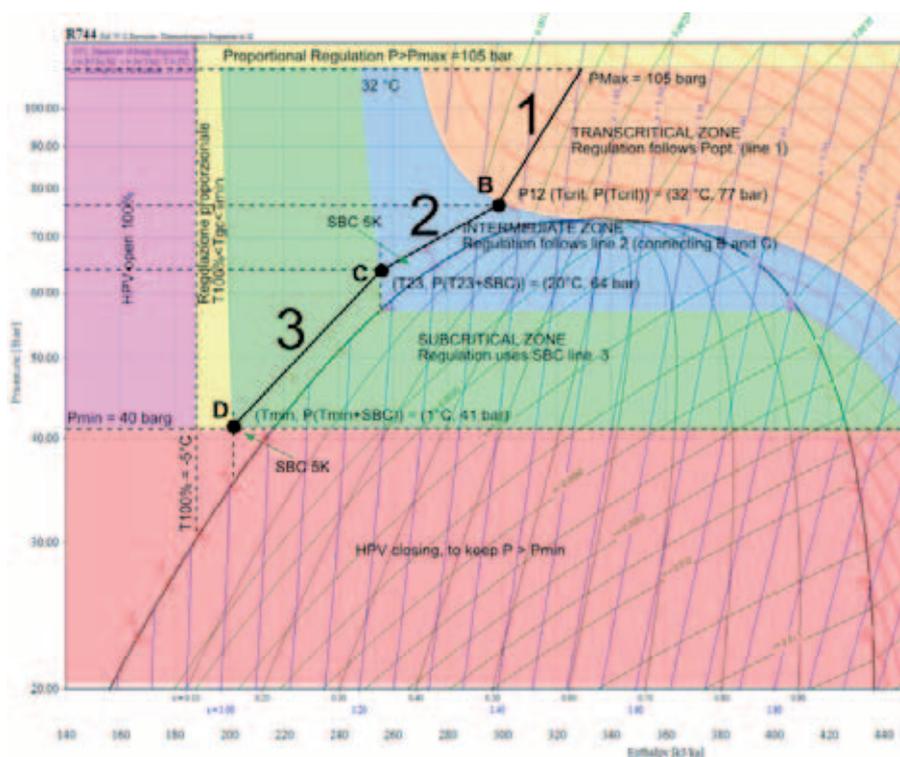
Conexiones del pRack pR300T L2

Sigla	Descripción	Tipo de sonda	Notas
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

3.2 Particularidades de la instalación

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 T_{GC} y de la presión del gas cooler P_{GC} . 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.



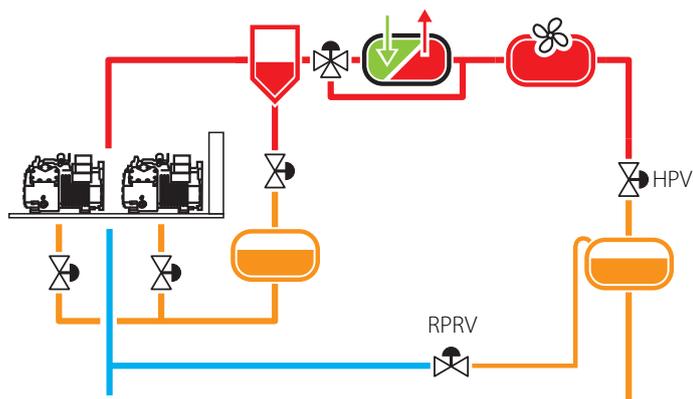
La gestión de la **válvula de flash gas** mantiene constante la presión en el interior del recipiente en torno a un punto de consigna preajustado, en condiciones extremas puede modificar las condiciones de funcionamiento de la válvula HPV para mantener en correcto funcionamiento el sistema completo.

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.

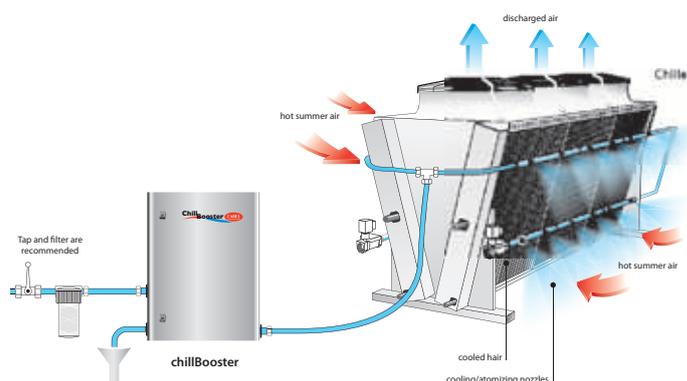


El sistema de **recuperación de calor**, muy importante para la eficiencia global del sistema, es gestionado para maximizar la cantidad de calor recuperable modificando las condiciones de trabajo tanto del gas cooler como de la propia válvula de alta presión.

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.



3.2.1 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

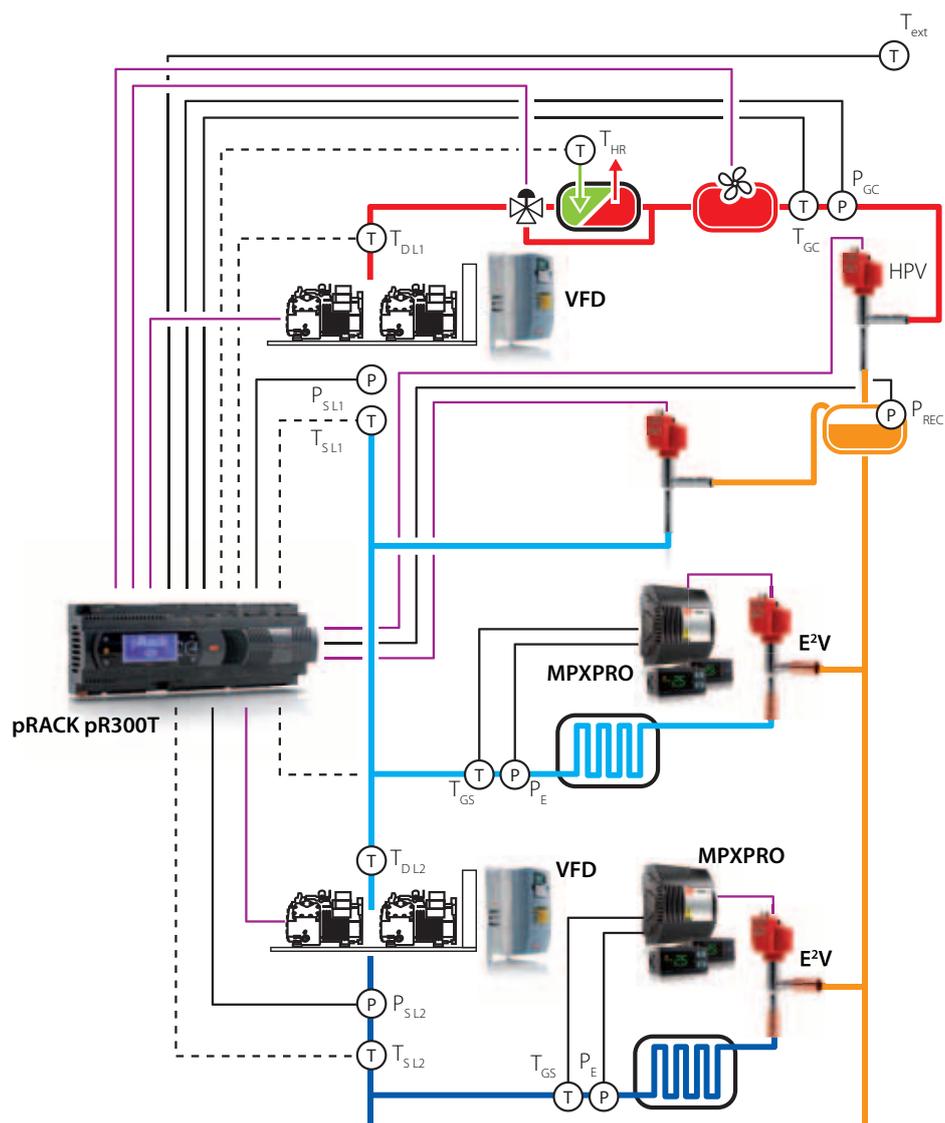
3.3 Condensing unit of CO₂ transcritical

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 90bar 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.





sigla	descripción	Tipo sonda	notas
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_{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 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 aspiración(opcional)

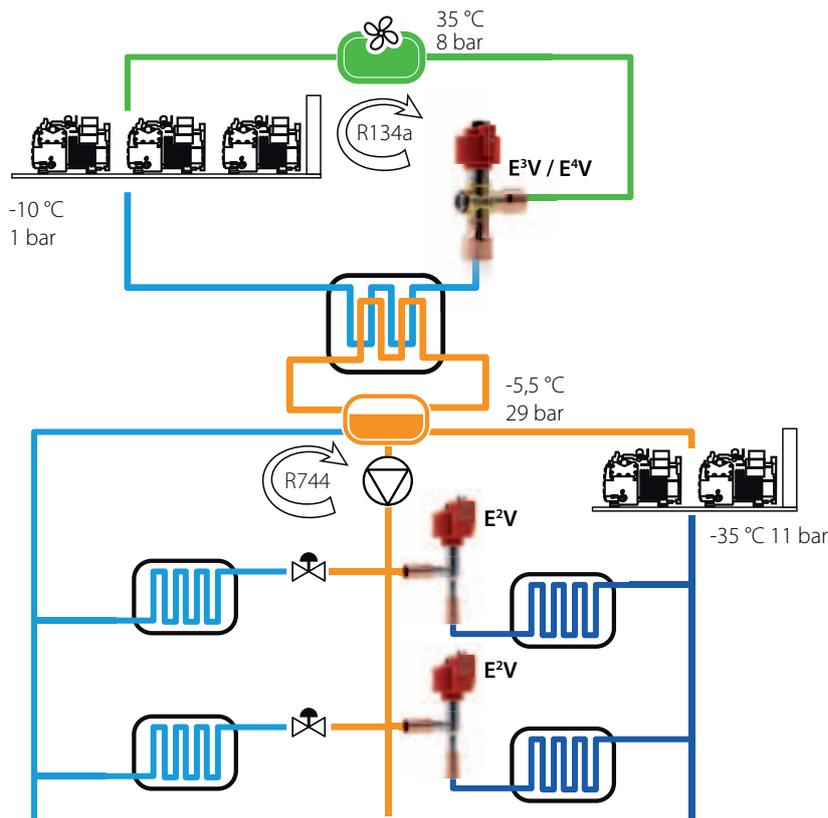


4. CO₂ SUBCRÍTICO BOMBEADO

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.

Ejemplo de instalación de CO₂ Subcrítico bombeado



PROS

- 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.

CONTRAS

- Muy sensible al dimensionamiento de las tuberías del sistema bombeado;
- Consumo energético de las bombas adicional.

4.1 Solución CAREL

pRack pR300: control para centrales frigoríficas

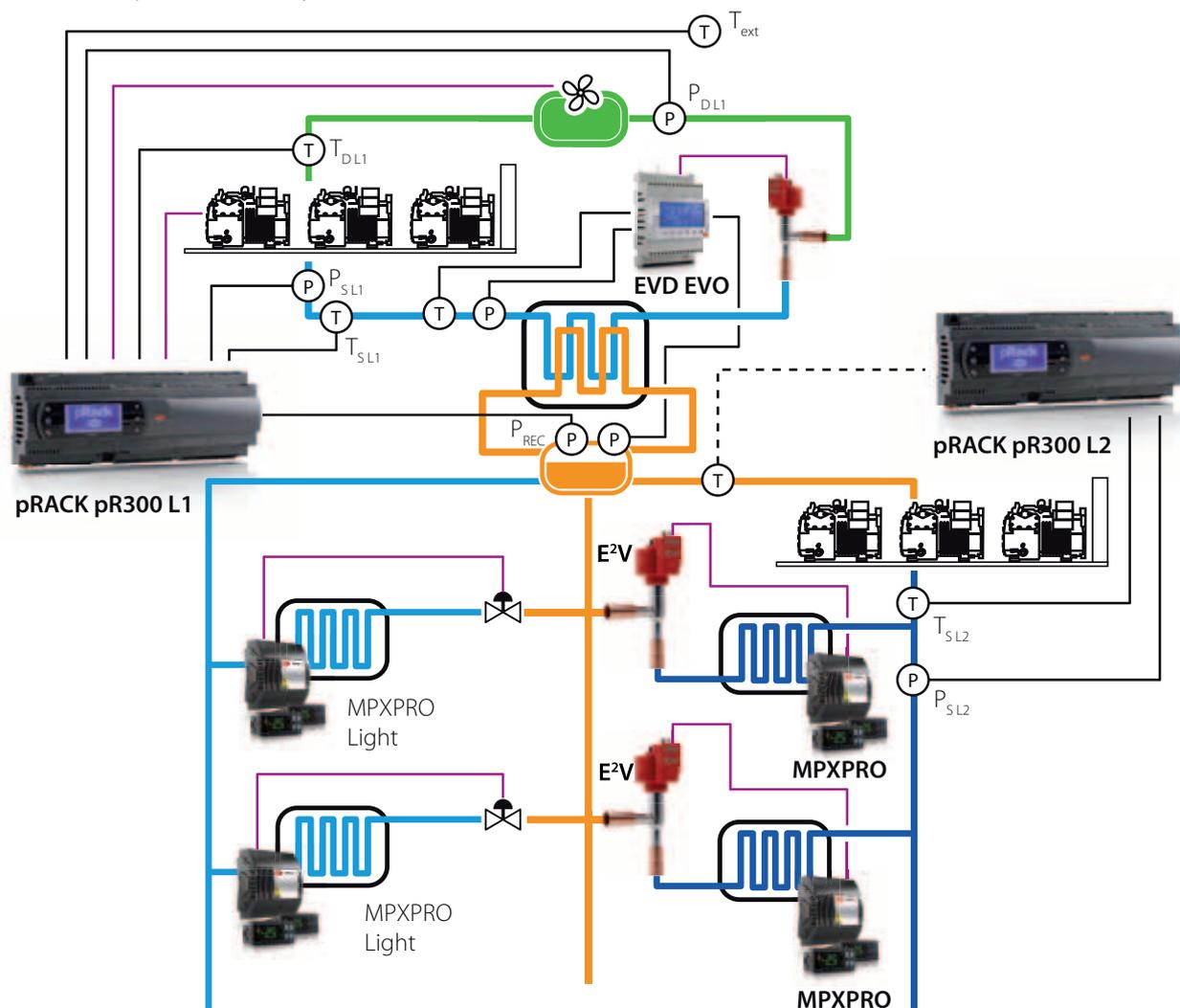
Capaz de gestionar tanto los compresores de la enfriadora regulados en función de la presión del CO₂ en el interior del recipiente, como los compresores de baja temperatura, aplica las mismas funcionalidades de sincronización entre las dos centrales. Importante en este tipo de instalaciones el funcionamiento 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



pRACK pR300

Esquema de control con pRack de doble tarjeta



Conexiones del pRack pR300 L1

Sigla	Descripción	Tipo de sonda	Notas
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 pR300T L2

Sigla	Descripción	Tipo de sonda	Notas
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	Notas
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	

MPXPRO y MPXPRO light

El MPXPRO para los equipos de baja temperatura con válvula de expansión electrónica, y el MPXPRO light en los equipos de media donde no es necesario el uso de válvula de expansión electrónica sino sólo la gestión del fluido refrigerante en función de 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 y E^V

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)



Driver EVD EVO y E^V

5. 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 rearranque para facilitar la reactivación del sistema



PVPRO: sistema de supervisión

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.



DPWL: sensor de fuga gas

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.



VFD: inverter

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



Sondas y transductores

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.



pLoads: control de cargas

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.



pChrono: planificador





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 South Africa
www.carelcontrols.co.za

CAREL Deutschland
www.carel.de

CAREL France
www.carelfrence.fr

CAREL Iberica
www.carel.es

CAREL HVAC/R Korea
www.carel.com

CAREL Russia
www.carelrussia.com

CAREL India
www.carel.en

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
www.carel-cz.cz

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

CAREL Ireland
www.carel.com

CAREL Thailand
www.carel.co.th

CAREL Turkey
www.carel.com.tr