



Tutto per le applicazioni retail CO<sub>2</sub>



Introduzione

p. 5

Tipi di ciclo

p. 7

CO<sub>2</sub> subcritico, cascata

p. 9

CO<sub>2</sub> subcritico, pompato

p. 15

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

p. 19

CO<sub>2</sub> transcritico, motocondensanti

p. 25

Componenti comuni

p. 27



## Introduzione

*La scelta del tipo di refrigerante e il tipo di sistema sono fondamentali in un'ottica di riduzione di emissioni e salvaguardia dell'ambiente, al contempo il consumo energetico e l'efficienza sono criteri chiave che negli ultimi anni hanno influenzato la refrigerazione commerciale.*

*La CO<sub>2</sub> ad oggi è il refrigerante naturale più commercializzato all'interno dei sistemi centralizzati e questo compendio ha lo scopo di rivedere alcuni concetti chiave legati all'anidride carbonica e offre una panoramica sulla tipologia di impianti a CO<sub>2</sub> ad oggi più diffuse.*

Pur essendo stato utilizzata già agli inizi del '900 l'anidride carbonica ha visto affermarsi il proprio utilizzo come refrigerante solo negli ultimi anni. Questo è dovuto al crescente interesse per i fluidi naturali e alle normative che, specialmente in Europa vanno nella direzione della limitazione dell'utilizzo dei refrigeranti sintetici.

La grande disponibilità, anche come prodotto di scarto di altri processi fa della CO<sub>2</sub> un refrigerante dal costo nettamente inferiore a quello dei fluidi tradizionali. Al vantaggio economico si aggiungono anche il limitato potere inquinante (GWP =1, nessun impatto sull'ozono atmosferico), l'assenza di pericoli legati a tossicità o infiammabilità e la non necessità di riciclare il gas alla fine della vita dell'impianto.

Accanto ai vantaggi di ordine economico, politico e ecologico, la CO<sub>2</sub> presenta diverse caratteristiche termodinamiche, che in numerose applicazioni possono costituire dei vantaggi grazie ai quali può competere alla pari con i refrigeranti tradizionali.

La principale differenza tra l'anidride carbonica e i fluidi sintetici è che il punto critico si trova a 31.1 °C, quindi a una temperatura che può essere raggiunta facilmente in diverse parti del pianeta. Al punto critico si ha l'eguaglianza tra le densità del liquido e del vapore saturi e, per temperature superiori, non si ha più differenza tra i due stati e si parla di fase supercritica. Di conseguenza la pressione e la temperatura non sono più legate tra loro, obbligando ad alcuni accorgimenti per mantenerle sotto controllo, ottimizzare lo scambio termico e massimizzare l'efficienza.

Si nota anche che le pressioni di lavoro sono molto elevate, il che costituisce la maggiore sfida per i componenti dell'impianto, dai compressori, alle valvole, alle tubazioni. Va osservato tuttavia che le pressioni elevate consentono anche un diametro inferiore per i tubi, una minore penalizzazione dovuta alle perdite di carico e un minore rapporto di compressione operativo. Caratteristico della CO<sub>2</sub> è un elevato calore latente per unità di volume, il che rappresenta un grosso vantaggio per ciò che concerne la sezione degli scambiatori, il numero di circuiti e la carica di refrigerante dell'unità



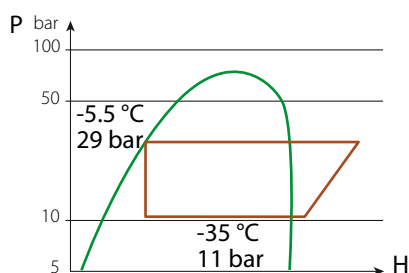


## Tipi di ciclo

Dalla letteratura si ha che la temperatura critica per la CO<sub>2</sub> è all'incirca 31°C (87°F) e la pressione critica, sempre all'incirca, è pari a 73,6 bar (1045 psig).  
 I sistemi a CO<sub>2</sub> lavorano in maniera differente a seconda di si trovi sopra/sotto al punto critico, in breve, si parla di sistema subcritico quando la temperatura della CO<sub>2</sub> nella fase isoterma dopo la compressione del fluido è inferiore alla temperatura critica mentre si parla di sistema transcritico quando la temperatura della CO<sub>2</sub> all'uscita del gas cooler è superiore a 31°C e ovviamente la temperatura di evaporazione è inferiore.

### Ciclo Subcritico

L'applicazione più semplice per l'anidride carbonica come refrigerante è quella subcritica: si utilizza la CO<sub>2</sub> in un ciclo secondario di bassa temperatura, sia esso a compressione di vapore (ciclo in cascata) o sia un anello di CO<sub>2</sub> liquida con una pompa di circolazione.

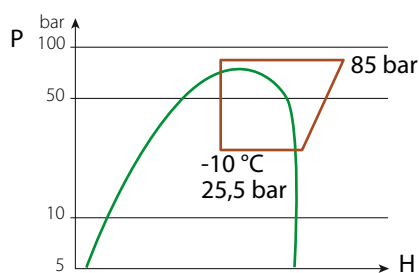


processo di refrigerazione subcritico

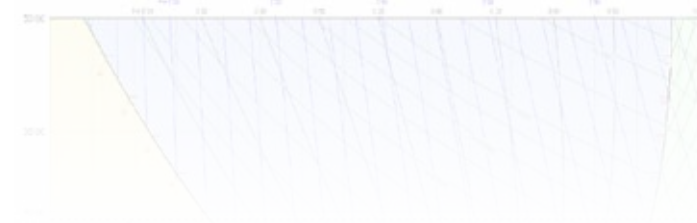
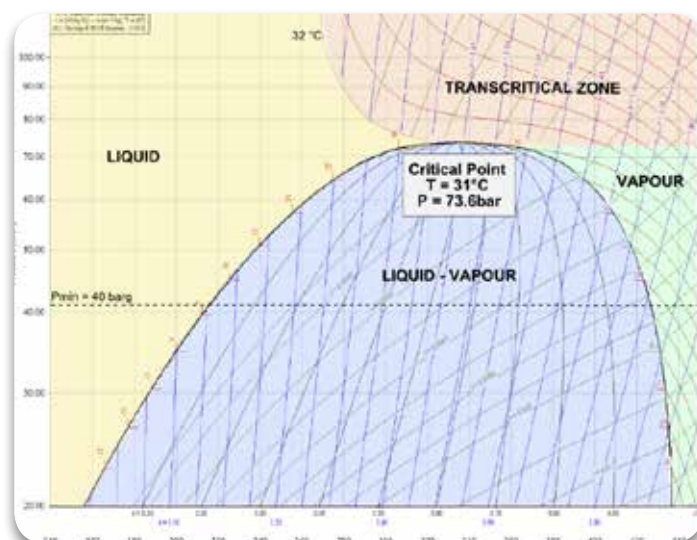
Il ciclo primario è affidato a un fluido refrigerante tradizionale e ha il compito di mantenere la temperatura di condensazione del ciclo a CO<sub>2</sub> al di sotto del punto critico, generalmente tra -5 e -10 °C.

### Ciclo transcritico

È possibile anche l'utilizzo di un ciclo a CO<sub>2</sub> che scambia calore con l'ambiente esterno. In questo caso si deve parlare di ciclo transcritico dal momento che in qualche fase dell'anno la temperatura ambiente sarà prossima o superiore al punto critico di 31.1 °C.



processo di refrigerazione transcritico

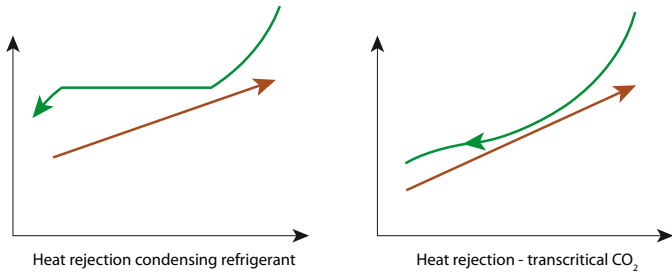


### Recupero calore nelle applicazioni di tipo Booster

La principale differenza rispetto al normale ciclo frigorifero è costituita dalla fase di raffreddamento del gas compresso che non corrisponde a una condensazione a temperatura costante come avviene nei cicli tradizionali.

Scambio energetico tra aria e un refrigerante non naturale

Scambio energetico tra aria e refrigerante CO<sub>2</sub>



Nel caso della condensazione si ha una trasformazione a pressione costante in cui il gas passa allo stato liquido, nel caso di un ciclo transcritical si ha una trasformazione in cui il gas supercritico vede ridursi costantemente la temperatura.

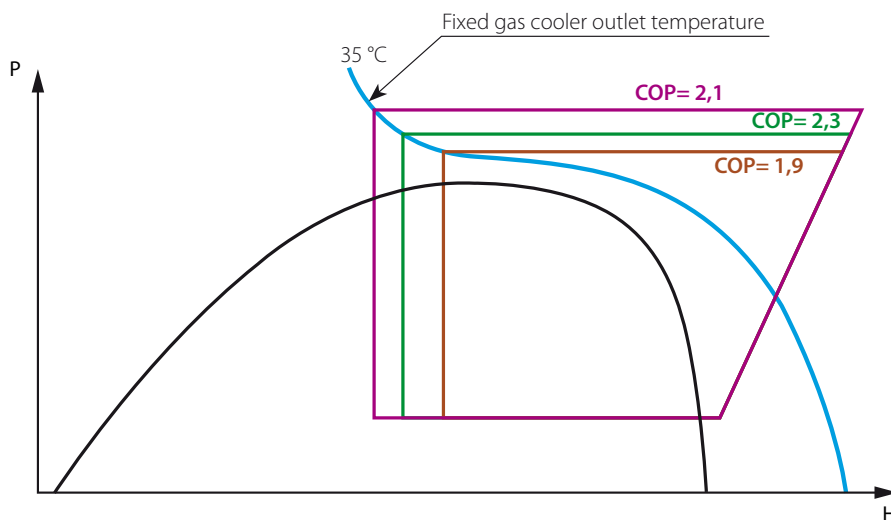
Per questo anche la costruzione dello scambiatore di calore di alta pressione è differente e si parla di gas cooler piuttosto che di condensatore.

Lo scambio di calore è favorito da questa caratteristica dell'anidride carbonica, dal momento che i due fluidi hanno in ogni fase della trasformazione delle temperature più vicine rispetto a quanto non avvenga nella condensazione tradizionale. Questo vantaggio può essere sfruttato efficacemente nelle pompe di calore, ottenendo rendimenti superiori rispetto alle macchine tradizionali.

Per quanto riguarda l'efficienza del ciclo è importante tenere conto della regolazione della pressione all'uscita del gas cooler.

Osservando il diagramma p-h, fissata una temperatura di uscita dal gas cooler (in azzurro nella figura), si possono considerare diversi cicli in funzione della pressione a cui è mantenuto lo scambiatore. Si osserva che, partendo dal ciclo disegnato in marrone e aumentando la pressione, si ha un aumento della resa ( $\Delta h_{EVAP}$ ) maggiore dell'aumento del lavoro di compressione ( $\Delta h_{COMP}$ ): l'efficienza aumenta. Superata la pressione del ciclo disegnato in verde l'aumento del lavoro di compressione diventa superiore a quello della resa frigorifera, con una riduzione dell'efficienza (ciclo disegnato in viola).

Si può quindi definire per ciascuna temperatura di uscita dal gas cooler una Pressione Ottimale, che massimizza l'efficienza del ciclo stesso.



COP diversi a temperatura costante nel diagramma PH



## CO<sub>2</sub> subcritico, cascata

*La CO<sub>2</sub> nei sistemi subcritici in cascata è il refrigerante utilizzato per lo stadio di bassa temperatura (aspirazione dei compressori a -30/-35°C). Il calore ceduto della condensazione della CO<sub>2</sub> viene assorbito dal refrigerante dello stadio di media temperatura. Questo processo avviene attraverso uno scambiatore di calore in cascata tra i due refrigeranti.*

Particolarmente indicati come applicazione di refrigerante naturale in regioni con temperature ambientali medio alte, i sistemi a CO<sub>2</sub> subcritico in cascata sono normalmente utilizzati in climi caldi o come primo passo nell'utilizzo di CO<sub>2</sub> come refrigerante.

Sistemi in cascata sono composti da due circuiti, uno di media temperatura (tipicamente r134a, r404a o NH<sub>3</sub>) e uno di bassa temperatura (r744) interconnessi da uno o più scambiatori di calore, normalmente a piastre, che da un lato condensano la CO<sub>2</sub> e dall'altro si presentano come normali evaporatori per il circuito di media temperatura.

### Vantaggi e criticità

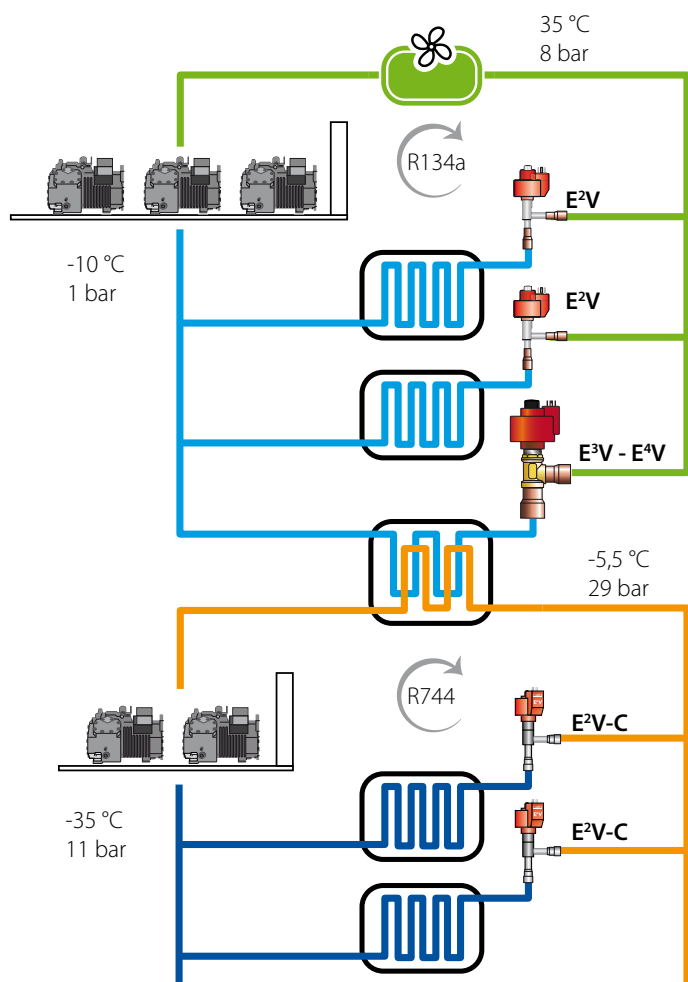


- Sistema relativamente simile ad un impianto tradizionale (r404);
- Pressioni di esercizio simili alle tradizionali (max 45 barg);
- Medio contenuto di gas non naturale;
- Efficienza dell'impianto migliore degli standard e applicabile in tutti i climi



- Se non NH<sub>3</sub>, impianto non completamente green
- Se NH<sub>3</sub>, la centrale di media non può essere utilizzata in tutti i paesi per fornire anche le utenze di media temperatura
- Attenzione maggiore alle pressioni in gioco nel circuito secondario





esempio di impianto CO<sub>2</sub> subcritico cascata

## Soluzione CAREL

### Elenco controlli:

- pRack pR300 + EXV per centrale e scambiatore a piastre;
- MPXPRO + E2V per banchi;
- EVDEVO + Ultracap per sicurezza valvole

### pRack pR300: controllo per gestione di centrali frigo

pRack pR300 consente di gestire sia la centrale di media che la centrale di bassa temperatura con uno o più controlli in base alla dimensione della centrale. Un unico strumento in grado di gestire l'attivazione e la sicurezza dei compressori sia BT che MT (inverter, parzializzazioni e compressori di diversa potenza), il condensatore di media (EC fans, inverter, step), eventuali sistemi di sottoraffreddamento, la sincronizzazione tra le due centrali e la comunicazione con i driver per la gestione delle valvole di espansione elettronica dello scambiatore di cascata.

Gli scambiatori a piastre normalmente utilizzati per condensare la CO<sub>2</sub> possono essere al massimo due e la gestione delle valvole di espansione può essere fatta con il driver integrato in pRack pR300 o driver esterni EVD EVO opportunamente integrati nel sistema (comunicazione fieldbus RS485).



### Driver EVDEVO: controllo per valvola di espansione

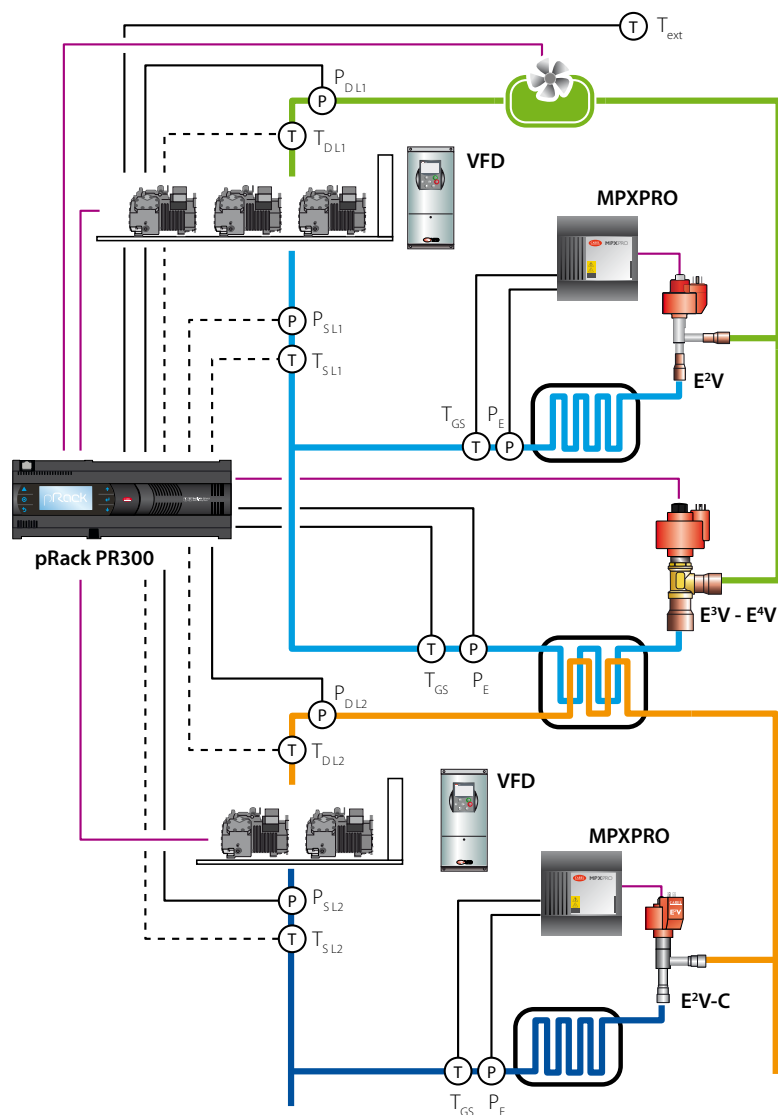
Punto cruciale di questo tipo di impianto è lo scambiatore di calore di cascata, normalmente a piastre, che regola la condensazione dell'impianto in CO<sub>2</sub>. Presenti talvolta in due per migliorare la regolazione a basso carico e per aumentare il livello di sicurezza, sono normalmente regolati da valvole di espansione elettroniche stepper EXV (valvole elettroniche PWM in questi ambiti non garantiscono performance ottimali).

In queste applicazioni, oltre alla tradizionale regolazione in base al surriscaldamento in aspirazione si aggiunge l'integrazione con la centrale di bassa di temperatura in via diretta se il driver è integrato nel controllo della centrale di bassa o via comunicazione seriale se il driver EVD EVO è esterno.

Data la natura del refrigerante, è necessario tenere monitorato la CO<sub>2</sub> liquida condensata per garantire buone prestazioni.



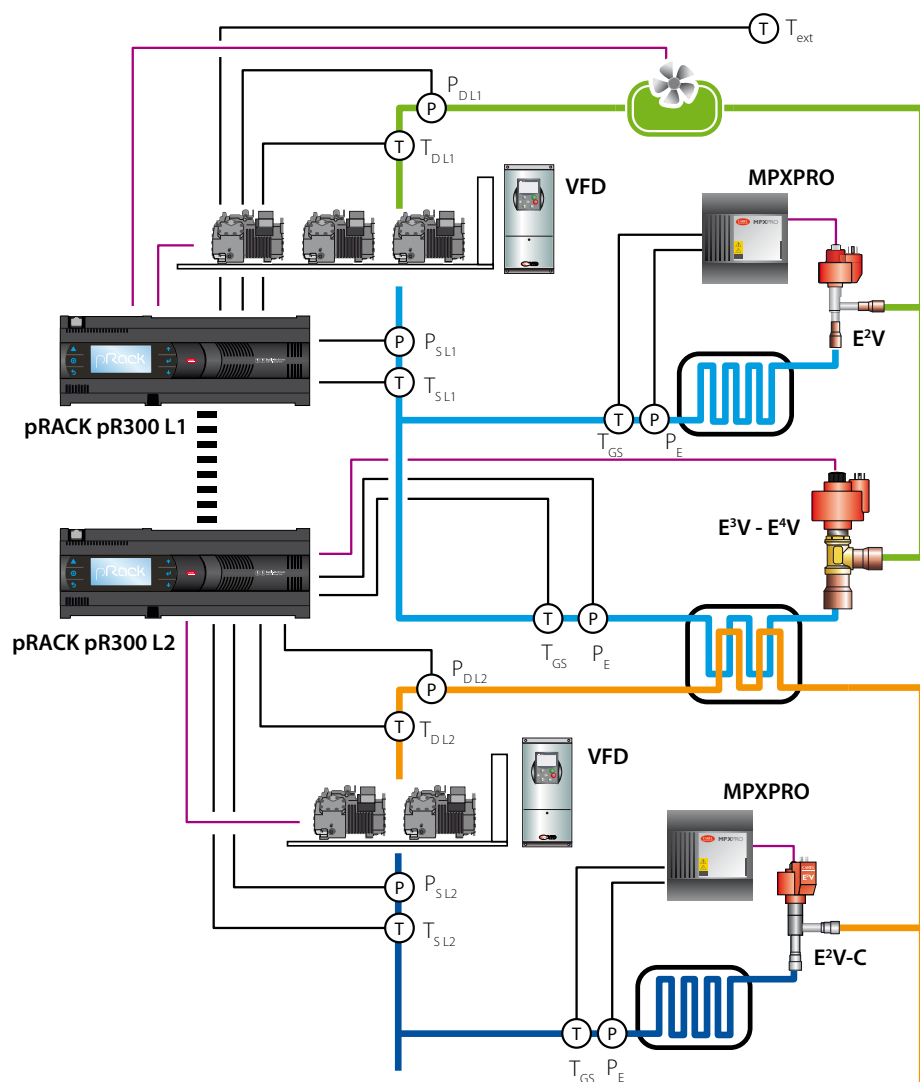
Schema di controllo con pRack singola scheda e driver singolo built-in



Connessioni pRack

sigla	descrizione	Tipo sonda
Text	Temperatura esterna	NTC - HP
PD L1	Pressione di scarico linea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-18,2 barg
TD L1	Temperatura di scarico linea 1 (media temperatura)	NTC - HT (Per controllo temperatura di scarico (opzionale))
PS L1	Pressione di aspirazione linea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-7 barg (Potrebbe essere utilizzata in backup alla PE)
TS L1	Temperatura di aspirazione linea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Per controllo surriscaldamento aspirazione(opzionale))
PE	Pressione di evaporazione scambiatore di calore	Raziometrica -1-9,3 barg
TGS	Temperatura gas surriscaldato scambiatore di calore	NTC - HF
PD L2	Pressione di scarico linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
TD L2	Temperatura di scarico linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HT (Per controllo temperatura di scarico (opzionale))
PS L2	Pressione di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
TS L2	Temperatura di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF (Per controllo surriscaldamento aspirazione(opzionale))

Schema di controllo con pRack doppia scheda e driver singolo built in



Connessioni pRack L1

sigla	descrizione	Tipo sonda
T <sub>ext</sub>	Temperatura esterna	NTC - HP
P <sub>DL1</sub>	Pressione di scarico linea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-18,2 barg
T <sub>DL1</sub>	Temperatura di scarico linea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Per controllo temperatura di scarico)
P <sub>SL1</sub>	Pressione di aspirazione linea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-7 barg
T <sub>SL1</sub>	Temperatura di aspirazione linea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Per controllo surriscaldamento aspirazione)

sigla	descrizione	Tipo sonda
P <sub>E</sub>	Pressione di evaporazione scambiatore di calore	Raziometrica -1-9,3 barg
T <sub>GS</sub>	Temperatura gas surriscaldato scambiatore di calore	NTC - HF
P <sub>DL2</sub>	Pressione di scarico linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>DL2</sub>	Temperatura di scarico linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF (Per controllo temperatura di scarico)
P <sub>SL2</sub>	Pressione di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>SL2</sub>	Temperatura di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF (Per controllo surriscaldamento aspirazione)

## Particolarità dell'impianto

### DSS: Double system synchronization

Sistema di comunicazione tra la centrale di media temperatura e la centrale di bassa temperatura.

Il circuito di bassa temperatura infatti non può funzionare correttamente se il circuito di media non è in funzione, la comunicazione tra le due centrali pertanto è indispensabile per sincronizzare il funzionamento delle due centrali e modificare le dinamiche di funzionamento in caso di necessità.

In particolare è possibile:

- forzare il funzionamento della centrale di media in caso la centrale di bassa sia in funzione, sia durante l'avviamento che durante il normale funzionamento
- forzare lo spegnimento della centrale di bassa in caso la centrale di media non sia in grado di funzionare correttamente
- evitare spunti contemporanei dei compressori delle diverse centrali per ridurre i picchi di energia assorbita;
- il pumpdown della centrale di media quando almeno un compressore della centrale di bassa è in funzione

### EEVS: Electronic Expansion Valve Synchronization

Sistema di comunicazione tra la centrale di bassa temperatura (pRack pR300) e il driver di gestione della valvola di espansione elettronica dello scambiatore a piastre integrato in pRack pR300 o esterno (EVD EVO).

La centrale di bassa temperatura può in questo caso comunicare al driver i cambiamenti di capacità frigo e modulare la capacità dell'evaporatore in base alla pressione di condensazione della CO<sub>2</sub> risparmiando l'utilizzo di sonde aggiuntive e ottenendo una regolazione fine ed accurata della pressione di condensazione. Lo scambio di informazioni tra centrale e scambiatore permette quindi di aggiungere alla tradizionale regolazione del surriscaldamento dei fattori vitali in questo tipo di impianto come la variazione della capacità frigorifera della centrale di bassa e l'andamento della pressione di condensazione della CO<sub>2</sub>.

Questa funzione è utilizzabile in caso si utilizzi:

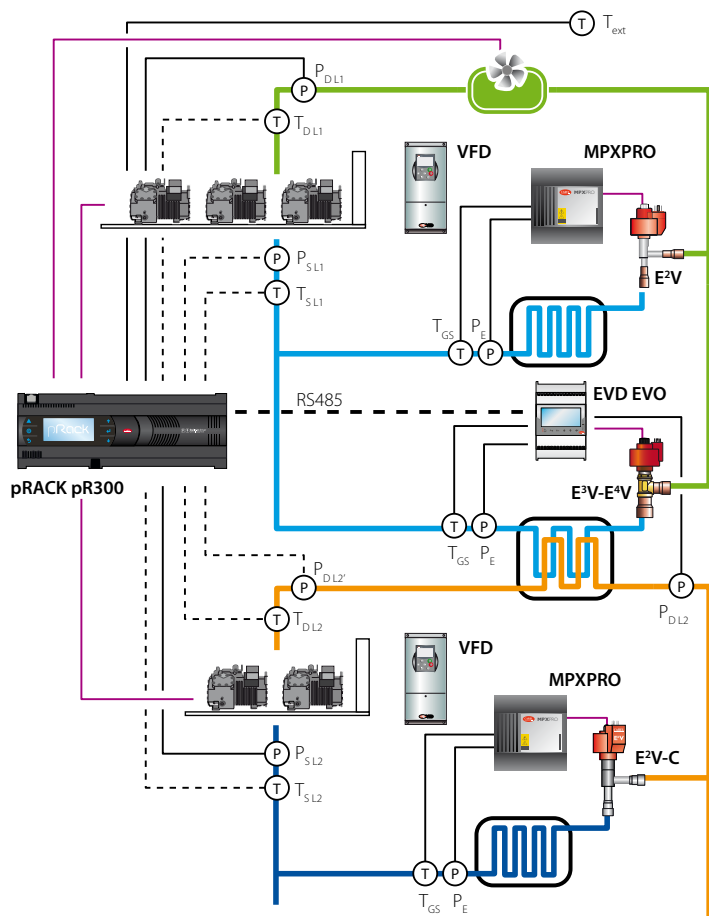
- pRack pR300 con driver integrato con un solo scambiatore
- pRack pR300 con driver EVD EVO esterno singolo
- pRack pR300 con 2 driver EVD EVO esterni singoli;
- pRack pR300 con 2 driver EVD EVO di cui uno integrato (1 solo scambiatore) e 1 esterno singolo

### Protezione inversa alta temperatura di condensazione (HiTcond) su S3

Procedure di sicurezza sono previste collegando la sonda di pressione di condensazione direttamente al driver EVD EVO (esterno o integrato), in questo modo la regolazione della valvola verrà direttamente influenzata da una procedura di sicurezza che tende ad aprire la valvola in caso la pressione di condensazione della CO<sub>2</sub> sia troppo elevata. In questo caso la pressione di condensazione della CO<sub>2</sub> collegata al pRack diventa opzionale.

Con la protezione HiTcond inversa si cerca di ridurre rapidi incrementi della pressione di condensazione del circuito a CO<sub>2</sub> possibilmente dovuti a variazioni di carico, delle condizioni di lavoro, regolazione instabile dei compressori e problematiche generiche per mezzo di un incremento repentino dell'apertura della valvola.

Schema di controllo con pRack singola scheda e driver singolo esterno integrato con protezione alta pressione CO<sub>2</sub>



Connessioni pRack

sigla	descrizione	Tipo sonda
T <sub>ext</sub>	Temperatura esterna	NTC - HP
P <sub>DL1</sub>	Pressione di scarico linea 1 (media temp.)	4-20 mA 0-18,2 barg
T <sub>DL1</sub>	Temperatura di scarico linea 1 (media temp.)	NTC - HF (Per controllo temperatura di scarico (opzionale))
P <sub>SL1</sub>	Pressione di aspirazione linea 1 (media temp.)	4-20 mA 0-7 barg (Potrebbe essere utilizzata in backup alla PE)
T <sub>SL1</sub>	Temperatura di aspirazione linea 1 (media temp.)	NTC - HF (Per controllo surriscaldamento aspirazione(opzionale))
P <sub>DL2'</sub>	Pressione di scarico linea 2 (bassa temp.)	4-20 mA 0-44,8 barg (Potrebbe essere utilizzata in backup alla PD L2)
T <sub>DL2</sub>	Temperatura di scarico linea 2 (bassa temp.)	NTC - HF (Per controllo temperatura di scarico (opzionale))
P <sub>SL2</sub>	Pressione di aspirazione linea 2 (bassa temp.)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>SL2</sub>	Temperatura di aspirazione linea 2 (bassa temp.)	NTC - HF (Per controllo surriscaldamento aspirazione (opzionale))

Connessioni EVD EVO

sigla	descrizione	Tipo sonda
P <sub>DL2</sub>	Pressione di scarico linea 2 (bassa temp.)	4-20 mA 0-44,8 barg
P <sub>E</sub>	Pressione di evaporazione scambiatore di calore	Raziometrica -1-9,3 barg
T <sub>GS</sub>	Temperatura gas surriscaldato scambiatore di calore	NTC - HF

## CO<sub>2</sub> subcritico, pompato

*La CO<sub>2</sub> nei sistemi subcritici pompati è il refrigerante utilizzato per entrambi (se presenti) gli stadi di bassa e media temperatura. Si parla in questi sistemi di CO<sub>2</sub> come refrigerante secondario, dove il circuito primario, solitamente un chiller a HFC/HC, ha il compito di raffreddare la CO<sub>2</sub> liquida, poi pompata all'interno del sistema; anche questo processo avviene attraverso uno scambiatore di calore al quale però si aggiungono un ricevitore di liquido e un'apposita pompa.*

Meno utilizzato dei tradizionali impianti subcritici in cascata permette di limitare i refrigeranti HFC nella sola sala macchine. Le utenze di media sono alimentate da CO<sub>2</sub> liquida pompata, mentre le utenze di bassa temperatura sono dotate di valvole di espansione. La CO<sub>2</sub> viene raffreddata da un chiller dedicato (NH<sub>3</sub> o r134a) all'interno di un serbatoio con un evaporatore normalmente a fascio tubiero. Agli impianti tradizionali si aggiunge la gestione delle pompe che fanno circolare la CO<sub>2</sub> liquida negli evaporatori di media, in questi evaporatori non espande ma si surriscalda solamente ritornando al ricevitore in stato semi liquido.

### Vantaggi e criticità



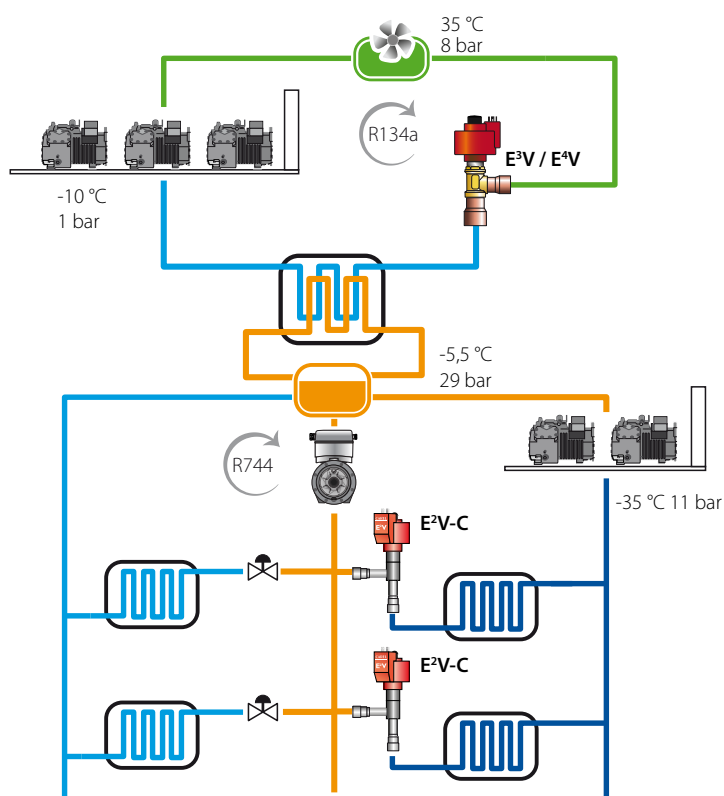
- basso contenuto di refrigerante non naturale;
- possibile utilizzare anche ammoniaca (NH<sub>3</sub>) che rimane limitata in sala macchine;
- impianto completamente green in ambiente espositivo.



- molto sensibile al dimensionamento delle tubazioni del sistema pompato;
- consumo energetico delle pompe aggiuntivo;
- attenzione maggiore alle pressioni in gioco nel circuito secondario.







esempio di impianto CO<sub>2</sub> subcritico pompato

## Soluzione CAREL

### Elenco controlli:

- pRack pR300 + EXV per centrale e evaporatore a fascio tubiero
- MPXPRO + E2V per banchi
- MPXPRO light per banchi di media temperatura
- EVDEVO + Ultracap per sicurezza valvole

### pRack pR300: controllo per centrali frigo

In grado di gestire sia i compressori del chiller regolati in base alla pressione della CO<sub>2</sub> all'interno del ricevitore sia i compressori di bassa temperatura, applica le stesse funzionalità di sincronizzazione tra le due centrali. Importante in questo tipo di impianti il funzionamento coordinato della centrale di media con il regolatore dell'evaporatore a fascio tubiero per prevenire problematiche di bassa pressione.

La regolazione della pressione all'interno del ricevitore è il compito principale, data la quantità di refrigerante all'interno e quindi la sua notevole inerzia è indispensabile attivare i compressori in base alla pressione del ricevitore stesso, la pressione di aspirazione della centrale di media quindi sarà monitorata solo come sicurezza per prevenire problemi di bassa pressione.

pRack può anche gestire semplici sistemi di pompaggio con o senza inverter.



### MPXPRO e MPXPRO light

MPXPRO per le utenze di bassa temperatura con valvola di espansione elettronica, e per le utenze di media grazie ad una nuova funzionalità del controllo che permette l'utilizzo di una valvola stepper per la regolazione di un flusso di refrigerante liquido. In alternativa è possibile utilizzare l'MPXPRO light nelle utenze di media dove non è necessario l'utilizzo di valvola di espansione elettronica ma solo la gestione del fluido refrigerante in base alla richiesta del banco.

Compatibile con la versione full optional, MPXPRO light permette una standardizzazione dell'impianto per ciò che riguarda schemi elettrici e installazione.



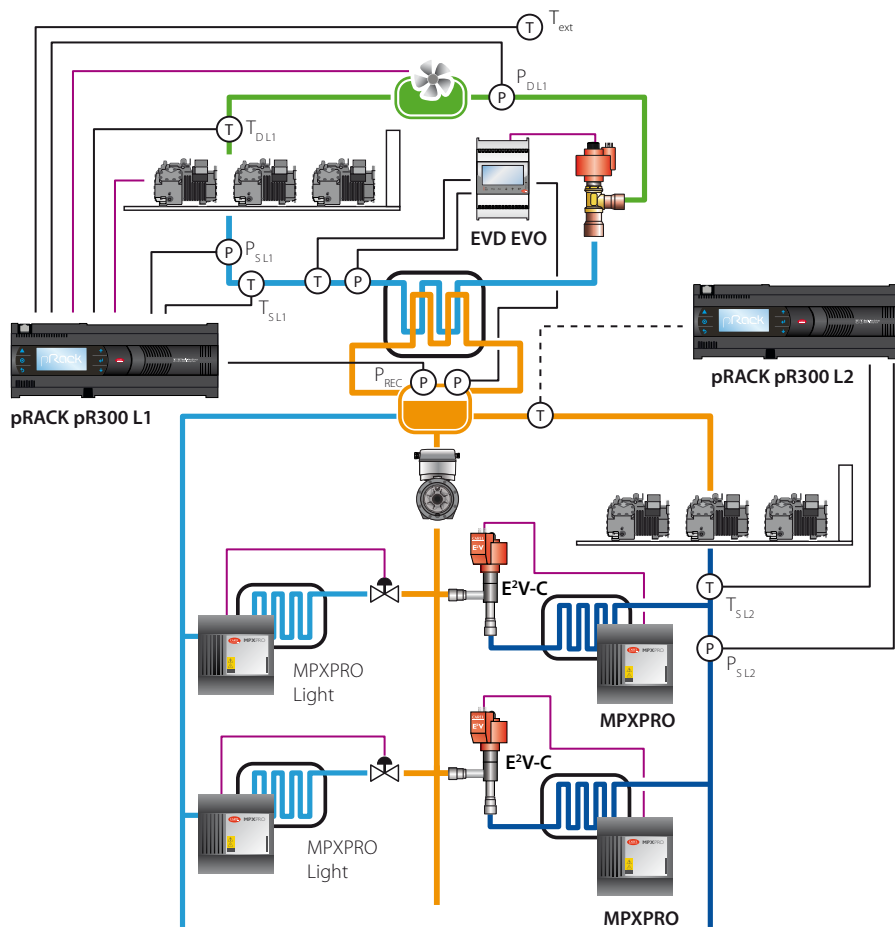
### Driver EVD EVO: controllo per la valvola di espansione

La gestione dell'evaporatore a fascio tubiero è critica in questo tipo di applicazioni, le dimensioni dell'evaporatore, l'inerzia del carico e la vicinanza dai compressori impongono una regolazione molto fine che deve adattarsi velocemente all'accensione o spegnimento dei compressori, rispondere gradualmente al cambio di carico, non allagare i compressori e preservare da allarmi di bassa pressione di aspirazione. Funzionalità del driver EVD EVO come le protezioni dal basso surriscaldamento, di bassa pressione di aspirazione e di protezione dalla alta pressione di condensazione della CO<sub>2</sub> devono essere pertanto correttamente calibrate in base alle caratteristiche dell'impianto (numero e tipo di compressori, taglia dell'evaporatore e del ricevitore, presenza di ricevitori in aspirazione, dinamiche del sistema)





Schema di controllo con pRack doppia scheda



Connessioni pRack pR300 L1

sigla	descrizione	Tipo sonda
T <sub>ext</sub>	Temperatura esterna	NTC - HP
P <sub>DL1</sub>	Pressione di condensazione linea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-18,2barg
T <sub>DL1</sub>	Temperatura di scarico linea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Per controllo temperatura di scarico)
P <sub>SL1</sub>	Pressione di aspirazione linea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-10barg (Per controllo allarme di bassa pressione)
T <sub>SL1</sub>	Temperatura di aspirazione linea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Per controllo surriscaldamento aspirazione)
P <sub>REC</sub>	Pressione ricevitore CO <sub>2</sub>	4-20 mA 0-10barg (Per controllo compressori di media temperatua)

Connessioni pRack pR300 L2

sigla	descrizione	Tipo sonda
T <sub>DL2</sub>	Temperatura di scarico linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF (Per controllo temperatura di scarico (opzionale))
P <sub>SL2</sub>	Pressione di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8barg
T <sub>SL2</sub>	Temperatura di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF (Per controllo surriscaldamento aspirazione)

Connessioni EVD EVO

sigla	descrizione	Tipo sonda
P <sub>REC</sub>	Pressione di scarico linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8barg
P <sub>E</sub>	Pressione di evaporazione scambiatore di calore	Raziometrica -1-9,3barg
T <sub>GS</sub>	Temperatura gas surriscaldato scambiatore di calore	NTC - HF



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

*La CO<sub>2</sub> nei sistemi trascritici viene raffreddata ma non condensata all'uscita del gas cooler, in quanto ci si trova a temperatura superiori alla temperatura critica. Si parla di sistema booster quando si hanno due stadi di compressione dello stesso refrigerante, per cui la CO<sub>2</sub> in mandata ai compressori di bassa temperatura viene, attraverso un intercooler, confluita nell'aspirazione dei compressori di media temperatura.*

Sistemi booster a CO<sub>2</sub> transcritici sono i più promettenti impianti a refrigerante naturale utilizzabili in ambiti retail. Sono generalmente composti da 4 sezioni diverse che si differenziano normalmente per le pressioni in gioco:

- alta pressione: la zona dalla mandata dei compressori di media alla valvola HPV (in rosso), sicurezza a 130 bar;
- pressione intermedia: la zona dalla valvola HPV a tutte le valvole di espansione (in arancione), sicurezza a 90 bar;
- media pressione: la zona degli evaporatori di media temperatura a valle delle valvole di espansione fino all'aspirazione dei compressori di media (in azzurro), sicurezza a 60 bar;
- bassa pressione: la zona degli evaporatori di bassa temperatura a valle delle valvole di pressione fino all'aspirazione dei compressori di bassa (in blu), sicurezza a 45 bar.

Un impianto tradizionale di base con utilizzo di compressori paralleli è visualizzato nella figura sotto. Varie versioni possono essere trovate nel mercato soprattutto per l'utilizzo di scambiatori a piastre che aumentano l'efficienza del sistema e/o ne aiutano il corretto funzionamento. Non entrando normalmente nella logica di funzionamento globale del sistema, non verranno presi in considerazione in questo documento



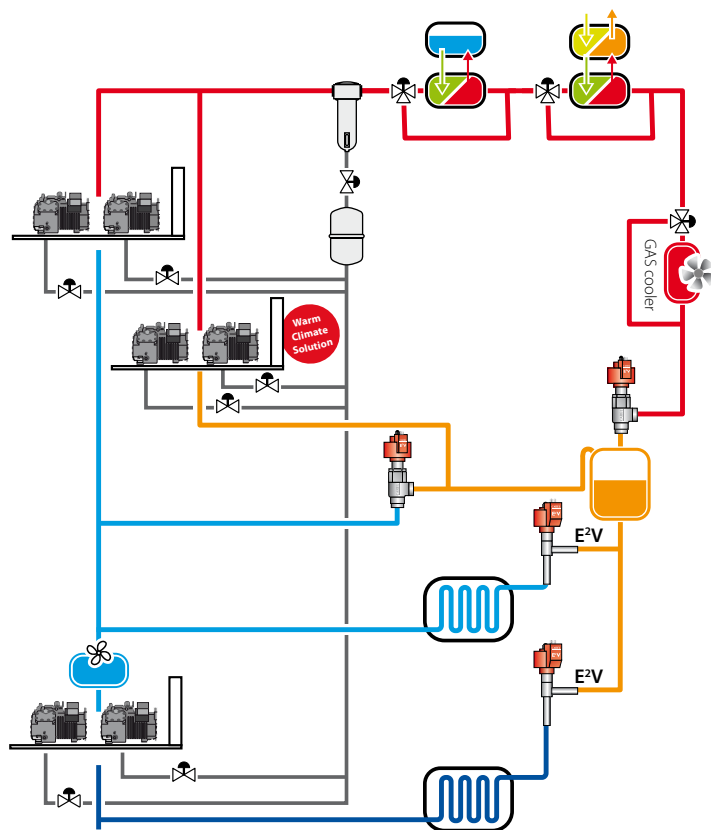
### Vantaggi e criticità



- impianto con completo utilizzo di refrigeranti naturali (CO<sub>2</sub>)
- vari studi dimostrano un'efficienza maggiore di ogni altro tipo di impianto (R404a tradizionale o CO<sub>2</sub> subcritico) con temperatura ambientale media inferiore ai 15 °C
- tecnologia in standardizzazione, costi in riduzione



- alte pressioni in gioco (fino a 120 barg)
- impianti normalmente più complessi dei tradizionali
- efficienza buona anche in ambienti a clima caldo (>15 °C) con utilizzo di tecnologie aggiuntive quali compressione parallela, chillBooster e recupero di calore



esempio di impianto CO<sub>2</sub> transcritico

In generale il gas aspirato dai compressori di media temperatura ad una pressione di circa 26 barg (pressione massima 40-60 barg), in mandata dei compressori attraversa normalmente un sistema (più o meno complesso) di recupero calore, essenziale per il rendimento globale della macchina, e il gas cooler. In questa zona la pressione di lavoro dipende essenzialmente dalla temperatura esterna e può variare da valori minimi attorno ai 40-45 barg in base al tipo di compressori utilizzati ai 120 barg, pressione massima delle valvole di sicurezza. Il nome gas cooler è dato appunto dal fatto che in base alle condizioni climatiche non è detto che riesca a condensare la CO<sub>2</sub> che si presenta quindi alla valvola di alta pressione HPV sotto forma di gas denso. La valvola di alta pressione (HPV) che è il cuore di questo tipo di impianto e ne determina il rendimento ha il compito di far lavorare l'impianto alle condizioni maggiormente favorevoli in quel determinato istante, abbassare di conseguenza la pressione fino a 35-40 barg di lavoro del ricevitore a valle e di conseguenza condensare la CO<sub>2</sub>. La regolazione della pressione del ricevitore è ottenuta mediante la valvola RPRV o valvola di flashgas che ha appunto il compito di bypassare parte del gas per mantenere costante la pressione del ricevitore. Dal ricevitore il liquido passa a tutte le utenze sia di media che di bassa, il liquido espanso dalle valvole degli evaporatori di bassa viene poi aspirato dai compressori LT e rimescolato successivamente con il gas proveniente dagli evaporatori di media e dalla valvola di regolazione del ricevitore (in questa zona la pressione massima può variare dai 25 ai 60 barg). Tali gas, di temperature diverse, vengono successivamente aspirati dai compressori di media temperatura.

Tra le varianti più utilizzate si possono trovare:

- inter cooler di raffreddamento del gas di mandata dei compressori di bassa (gestiscono una seconda linea di condensazione in temperatura)
- scambiatori a piastre tra il gas derivante dalla valvola RPRV e la linea del liquido, con il doppio scopo di sottoraffreddare il liquido verso gli evaporatori e mitigare il riscaldamento derivato dalla valvola di flash

- scambiatori a piastre tra l'aspirazione di media temperatura e l'uscita del gas cooler, con il doppio scopo di aiutare il rimescolamento dei diversi gas in aspirazione dei compressori e raffreddare ulteriormente il gas in uscita dal gas cooler

## Soluzione CAREL

### Elenco controlli:

- pRack pR300T + ExV-C per centrale e valvole di alta pressione;
- MPXPRO + E2V per banchi;
- EVDEVo + Ultracap per sicurezza valvole;
- chillBooster per raffreddamento evaporativo

### pRack pR300T: controllo per la gestione di centrali frigo CO<sub>2</sub> transcritiche

pRack pR300T consente la gestione completa in configurazioni a singola o multi scheda di centrali CO<sub>2</sub> transcritiche sia di piccole che medio-grandi dimensioni. Con un singolo strumento infatti è possibile gestire l'attivazione e la sicurezza sia dei compressori di bassa che di media temperatura, eventuali sistemi di recupero calore, il gas cooler, il sistema di recupero dell'olio, la valvola di alta pressione (HPV) e la valvola di regolazione della pressione del ricevitore (RPRV).

Le valvole HPC e RPRV possono essere gestite direttamente da pRack pR300T con driver integrato o con driver EVD EVO esterno. Entrambi gli strumenti sono compatibili con tutte le valvole disponibili nel mercato.



### E3V-C: valvola di alta pressione

La consolidata esperienza di Carel nelle valvole di laminazione ad alta efficienza, ed in particolare in quelle per refrigeranti naturali, si traduce in una famiglia di valvole specificamente progettata per applicazioni transcritiche ad anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), adatta per impianti di refrigerazione in installazioni commerciali ed industriali in particolare del settore alimentare.

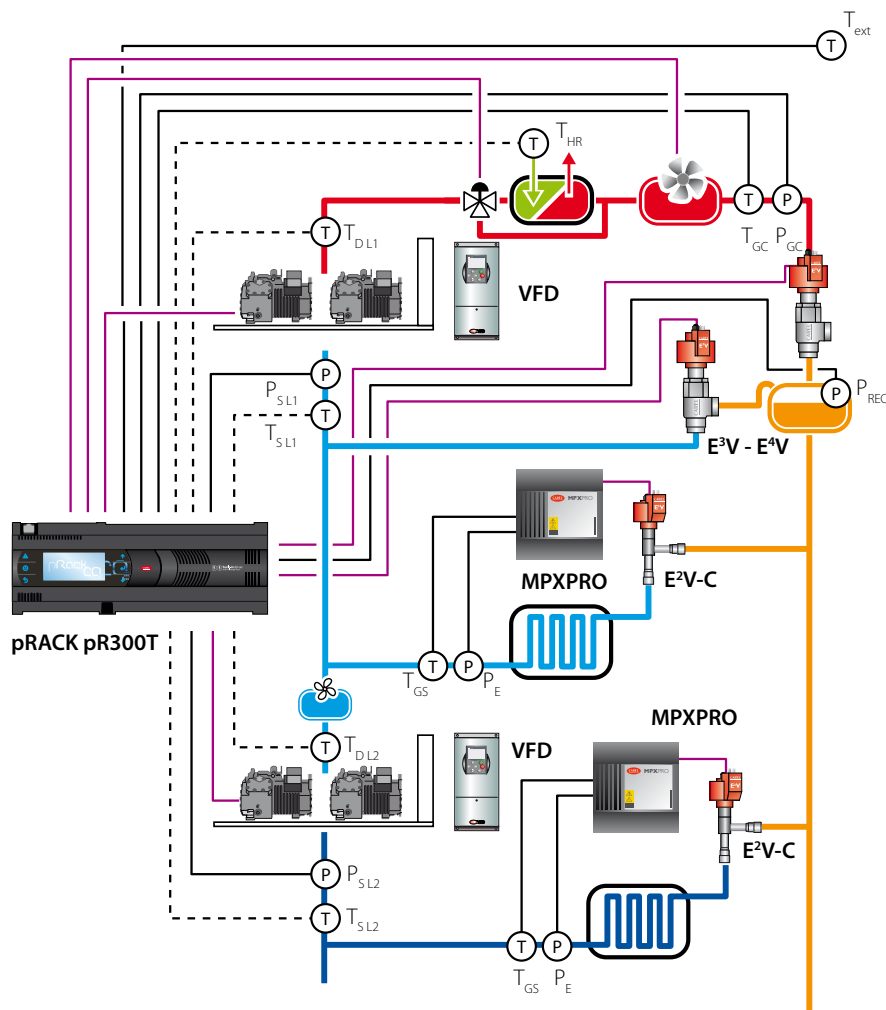
Tutta la serie EXV-C garantisce massima libertà di installazione. Libertà consentita da dimensioni davvero ridotte (fino al 30% in meno delle alternative), frutto di un design brevettato (patent pending), e dallo statore removibile che anche in assenza di alimentazione, grazie all'accessorio opzionale EEVMAG consente la completa manovrabilità manuale della valvola.

Le dimensioni contenute di E3V-C significano anche un peso sensibilmente inferiore ai prodotti oggi disponibili, agevolando l'installazione e riducendo i problemi derivanti dalle vibrazioni dell'impianto.

Una costruzione smontabile ed un filtro pulibile in acciaio inox facilitano ulteriormente l'installazione e la manutenzione di E3V-C.



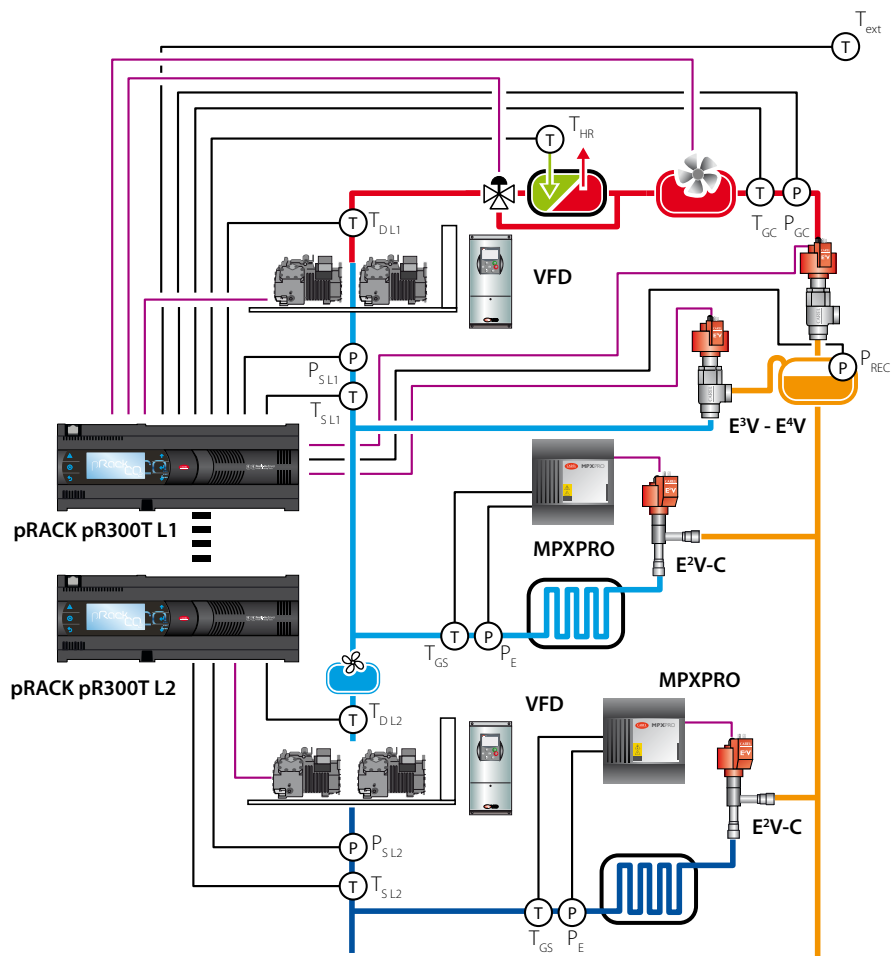
Schema di controllo con pRack singola scheda e driver twin integrato



Connessioni pRack pR300T

sigla	descrizione	Tipo sonda
T <sub>ext</sub>	Temperatura esterna	NTC - HP
P <sub>GC</sub>	Pressione gas cooler	4-20 mA 0-150 barg
T <sub>GC</sub>	Temperatura uscita gas cooler	NTC - HF
T <sub>HR</sub>	Temperatura heat reclaim	NTC - HF (Per controllo sistema di recupero calore (opzionale))
P <sub>REC</sub>	Pressione ricevitore	4-20 mA 0-60 barg
P <sub>SL1</sub>	Pressione di aspirazione linea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>SL1</sub>	Temperatura di aspirazione linea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Per controllo surriscaldamento aspirazione (opzionale))
T <sub>DL2</sub>	Temperatura di scarico linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF (Per controllo temperatura di scarico (opzionale))
P <sub>SL2</sub>	Pressione di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>SL2</sub>	Temperatura di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF (Per controllo surriscaldamento aspirazione (opzionale))

Schema di controllo con pRack doppia scheda e driver twin integrato



Connessioni pRack pR300T L1

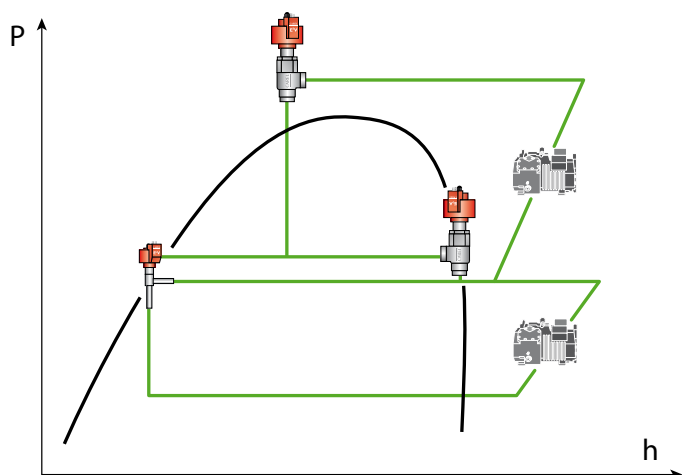
sigla	descrizione	Tipo sonda
T <sub>ext</sub>	Temperatura esterna	NTC - HP
P <sub>GC</sub>	Pressione gas cooler	4-20 mA 0-150 barg
T <sub>GC</sub>	Temperatura uscita gas cooler	NTC - HF
T <sub>HR</sub>	Temperatura heat reclaim	NTC - HF (Per controllo sistema di recupero calore)
P <sub>REC</sub>	Pressione ricevitore	4-20 mA 0-60 barg
P <sub>S L1</sub>	Pressione di aspirazione linea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>S L1</sub>	Temperatura di aspirazione linea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Per controllo surriscaldamento aspirazione)

Connessioni pRack pR300T L2

sigla	descrizione	Tipo sonda
T <sub>D L2</sub>	Temperatura di scarico linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF (Per controllo temperatura di scarico)
P <sub>S L2</sub>	Pressione di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>S L2</sub>	Temperatura di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF (Per controllo surriscaldamento aspirazione)

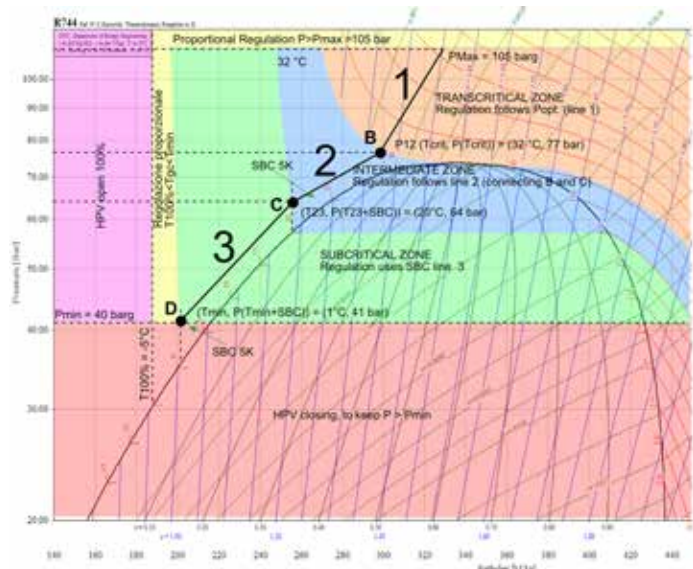
## Particolarità dell'impianto

### Regolazione delle valvole di alta pressione



L'algoritmo di regolazione della valvola HPV all'interno di pRACK pR300T è gestito in base alla lettura della temperatura di uscita del gas cooler TGC e dalla pressione del gas cooler PGC. In base alle condizioni di funzionamento il sistema può funzionare in:

- regime transcritico (linea 1) dove lo strumento regola la valvola HPV per mantenere il punto di lavoro ottimale che massimizza il COP della centrale
- regime subcritico (linea 3) dove lo strumento tenta di mantenere un determinato livello di sottoraffreddamento
- regime di transizione (linea 2) dove lo strumento tenta di mantenere il più dolce possibile il passaggio da transcritico a subcritico vista la natura del refrigerante in quella zona che non è né in stato liquido né gassoso.



La gestione della valvola di flash gas (RPRV) mantiene costante la pressione all'interno del ricevitore attorno ad un set preimpostato, in condizioni estreme può modificare le condizioni di funzionamento della valvola HPV in modo da mantenere correttamente funzionante l'intero sistema.

Il sistema di recupero dell'olio gestisce i livelli dell'olio del separatore, comanda la solenoide di iniezione del ricevitore regolandone anche la differenza di pressione con l'aspirazione della centrale e gestisce

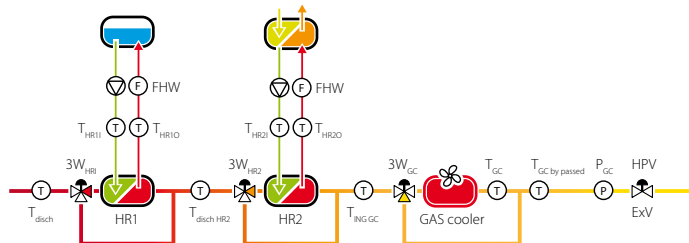
anche l'iniezione di olio nei vari compressori con i relativi allarmi in caso l'iniezione non sia sufficiente.

Importante per determinare il funzionamento dell'impianto, tale funzione può essere utilizzata anche con sistemi di recupero dell'olio elettromeccanici diffusi nel mercato come solo monitoraggio e storico dell'impianto per verificarne il corretto funzionamento.

### Recupero calore

Il sistema di recupero calore, molto importante per l'efficienza complessiva del sistema, è gestito in modo da massimizzare la quantità di calore recuperabile modificando le condizioni di lavoro sia del gas cooler che della valvola di alta pressione.

Il circuito sfrutta correttamente il calore in eccesso proveniente dalla mandata dei compressori di media nel momento in cui il sistema si trova in transcritico, si accetta degrado COP perché sarebbe CMQ minore di quello ottenuto con l'utilizzo di una macchina aggiuntiva per la produzione di calore.



La gestione del recupero di calore consente il controllo completo di due scambiatori e delle relative pompe di circolazione (nel caso di scambio CO<sub>2</sub>-acqua)

L'attivazione e la regolazione di ciascun recupero seguirà la percentuale di richiesta di calore calcolata a partire da una tra le seguenti:

- ingresso digitale
- sonda di temperatura
- segnale analogico esterno

Negli ultimi due casi è inoltre possibile utilizzare un ingresso digitale come consenso.

Una volta attivo, il recupero di calore può agire sul setpoint della valvola HPV incrementando il relativo setpoint minimo dal suo valore di default (40.0barg) ad un nuovo setpoint minimo (e.g. 75.0barg). Così facendo si porta il sistema a lavorare in condizioni transcritiche anche quando le condizioni di lavoro sono subcritiche e il calcolo del setpoint dell'HPV sarebbe basato sul sottoraffreddamento.

L'incremento del set point può, proporzionalmente all'aumento della richiesta del recuper calore, aumentare fino ad un massimo impostabile (che corrisponde al 100% della richiesta del recuper di calore).

Il recupero di calore può inoltre agire sul setpoint del Gas Cooler ed incrementare gradualmente il setpoint in temperatura (o in pressione) dei ventilatori del Gas Cooler contemporaneamente all'incremento del minimo setpoint della valvola di alta pressione o come azione successiva.

Come ultima azione, legata sempre alla percentuale di richiesta del recupero di calore e alle condizioni di lavoro è inoltre possibile il bypass del gas cooler.





### DSS: Double system synchronization

Sistema di comunicazione tra la centrale di media temperatura e la centrale di bassa temperatura.

Il circuito di bassa temperatura infatti non può funzionare correttamente se il circuito di media non è in funzione, la comunicazione tra le due centrali pertanto è indispensabile per sincronizzare il funzionamento delle due centrali e modificare le dinamiche di funzionamento in caso di necessità.

In particolare è possibile:

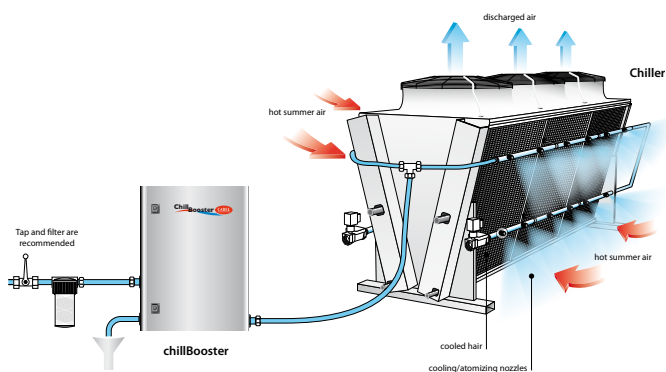
- forzare il funzionamento della centrale di media in caso la centrale di bassa sia in funzione, sia durante l'avviamento che durante il normale funzionamento
- forzare lo spegnimento della centrale di bassa in caso la centrale di media non sia in grado di funzionare correttamente
- evitare spunti contemporanei dei compressori delle diverse centrali per ridurre i picchi di energia assorbita;
- abilitare il pumpdown della centrale di media quando almeno 1 compressore della centrale di bassa è già in funzione

## Soluzioni per climi miti

### Chillbooster - sistema di raffreddamento adiabatico per gas cooler CO<sub>2</sub>

Particolarmente indicato per impianti che si trovano in regimi climatici temperati, dove la temperatura esterna è superiore ai 30 °C solo per pochi giorni all'anno, è un semplice sistema di raffreddamento adiabatico che consente di diminuire la temperatura esterna percepita del gas cooler da 5 a 15 °C.

Ottimale quindi per migliorare l'efficienza di un sistema transcritico a calde temperature è perfettamente integrato con pRack pR300T in modo da poter essere attivato solo in condizioni critiche o come sicurezza.



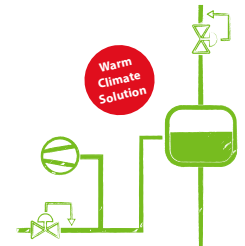
### Compressione parallela

L'utilizzo di un'ulteriore linea di aspirazione chiamata intermedia o parallela permette di migliorare l'efficienza energetica del sistema stesso, rendendo questo tipo di impianto particolarmente adatto climi più miti.

Il principio della compressione parallela si basa sulla possibilità di sfruttare un COP più vantaggioso nel momento in cui il quantitativo di flash gas costringa la valvola di flash (RPRV) a rimanere aperta per un prefissato periodo e oltre una certa percentuale. Un rendimento migliore si ottiene grazie al minor rapporto di pressione tra aspirazione e mandata che si ha utilizzando appunto i compressori della linea intermedia piuttosto che i compressori della linea di media temperatura.

Attraverso un ramo di bypass il refrigerante non viene più espanso per essere poi mandato in aspirazione ai compressori di media temperatura ma verrà direttamente mandato in aspirazione ai compressori della linea parallela.

La gestione sincronizzata della valvola di by pass e del compressore parallelo permettono dunque un aumento di efficienza dell'impianto quando il sistema lavora in regime transcritico, diminuendo drasticamente la quantità di gas bypassato in aspirazione e garantendo un perfetto controllo della pressione del ricevitore.



### Eiettori, centrali a CO<sub>2</sub> di quarta generazione

In alternativa o parallelamente alla compressione ausiliaria si stanno studiando nuove soluzioni per l'aumento dell'efficienza energetica delle centrali ad anidride carbonica attraverso dei dispositivi meccanici statici chiamati eiettori.

Gli eiettori si basano sull'effetto Venturi e consentono di utilizzare un flusso primario - tipicamente in uscita dal gas cooler ad alta pressione - accelerato attraverso una strozzatura per aspirare, miscelare e trasportare un flusso secondario a pressione inferiore - aspirazione o ricevitore del liquido.

L'utilizzo degli eiettori consente di ridurre il rapporto di compressione e la portata elaborata dai compressori, garantendo un risparmio energetico



## CO<sub>2</sub> transcritico, motocondensante

*La CO<sub>2</sub> nei sistemi trascritici motocondensati cede calore a temperature superiori alla temperatura critica. Si parla di sistema a singolo stadio dove la CO<sub>2</sub> raffreddata dal gas cooler viene espansa prima attraverso la valvola di alta pressione e successivamente, una volta liquida, attraverso la valvola elettronica nella fase di laminazione (prima dell'evaporazione della CO<sub>2</sub> nei singoli banchi.*

Per applicazioni di piccole dimensioni, CAREL è in grado di offrire una soluzione completa ed integrata con l'utilizzo di valvole stepper E2V\*CS adatte a questo tipo di unità per la loro facilità di montaggio rispetto alle più grandi presenti nel mercato.

Le valvole CO<sub>2</sub> CAREL E2V\*CS con pressione massima di utilizzo 140 barg e 90bar differenziale possono essere utilizzate in questo tipo di applicazioni fino a capacità massime di 18 kW.

La soluzione compatta prevede quindi un singolo controllo dotato di driver integrato e ultracap per la gestione diretta delle valvole E2V\*CS utilizzate come HPV e RPRV. La scalabilità della piattaforma pRack prevede quindi l'utilizzo della stessa interfaccia utente per applicazioni di questo tipo con una particolare attenzione ai costi di installazione e alla facilità d'utilizzo.

### Vantaggi e criticità



- impianto con completo utilizzo di refrigeranti naturali (CO<sub>2</sub>)
- vari studi dimostrano un'efficienza maggiore di ogni altro tipo di impianto (r404a tradizionale o CO<sub>2</sub> subcritico) con temperatura ambientale media inferiore ai 15 °C
- tecnologia in standardizzazione, costi in riduzione



- alte pressioni in gioco (fino a 120 barg)
- impianti normalmente più complessi dei tradizionali
- efficienza buona anche in ambienti a clima caldo (>15 °C) con utilizzo di tecnologie aggiuntive quali compressione parallela, chillBooster e recupero di calore



## Soluzione CAREL

### Elenco controlli:

- pRack pR100T per la centrale
- E2V-C per valvole di alta pressione
- MPXPRO + E2V per banchi
- EVDEVo + Ultracap per sicurezza valvole

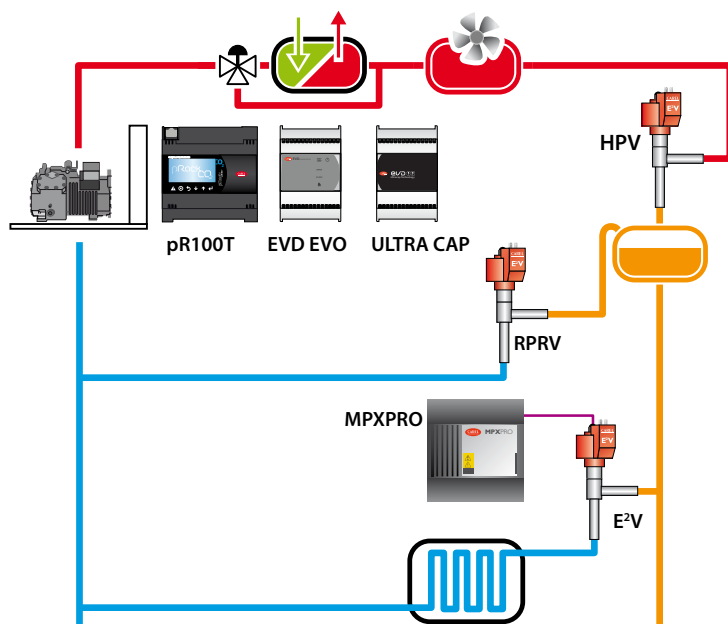
### pRack pR100T: controllo per la gestione di macchine a CO<sub>2</sub> motocondensanti

pRack pR100T è un controllo compatto ma dalle grandi potenzialità. Consente infatti la gestione completa di un piccolo sistema a CO<sub>2</sub> con una semplice ed intuitiva interfaccia utente, e si propone come controllo ideale per motocondensanti e Convenience Store.

L'esperienza CAREL nel campo della CO<sub>2</sub> e il sempre maggior numero di supermercati Green equipaggiati con il pR300T hanno dato vita ad un grande controllore caratterizzato da alta affidabilità ed alta efficienza energetica anche per piccole unità.



### Schema di controllo con pRack singola scheda e driver twin integrato



### Connessioni pRack pR100T

sigla	descrizione	Tipo sonda
T <sub>ext</sub>	Temperatura esterna	NTC - HP
P <sub>GC</sub>	Pressione gas cooler	4-20 mA 0-150 barg
T <sub>GC</sub>	Temperatura uscita gas cooler	NTC - HF
T <sub>HR</sub>	Temperatura heat reclaim	NTC - HF (Per controllo sistema di recupero calore (opzionale))
P <sub>REC</sub>	Pressione ricevitore	4-20 mA 0-60 barg
P <sub>S11</sub>	Pressione di aspirazione linea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>S11</sub>	Temperatura di aspirazione linea 1 (media temperatura)	NTC - HF (Per controllo surriscaldamento aspirazione (opzionale))
T <sub>D12</sub>	Temperatura di scarico linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF (Per controllo temperatura di scarico (opzionale))
P <sub>S12</sub>	Pressione di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg
T <sub>S12</sub>	Temperatura di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF (Per controllo surriscaldamento aspirazione (opzionale))

## Componenti comuni

*Oltre agli strumenti già descritti, CAREL Retail Sistema offre una serie di altri prodotti essenziali per la gestione di un impianto*

### PVPRO: sistema di supervisione

Punto di accesso unico all'intero impianto, si propone sia come strumento di fine tuning dell'impianto, di monitoraggio continuo e storico dei dati, comunicazione verso l'esterno e gestione degli allarmi. Accessibile sia da remoto che in locale prevede varie funzioni che ottimizzano il funzionamento dell'impianto e ne aumentano la sicurezza:

- Floating suction pressure: per ottimizzare il setpoint di aspirazione della centrale frigo in base alle reali richieste dell'impianto
- Dew point broadcast: per modulare le resistenze antiappannanti dei banchi attraverso la lettura del punto di rugiada del punto vendita
- Parameters Control: per tenere monitorati anche offline i parametri vitali di funzionamento del sistema prevenendo accidentali modifiche
- Energy: per monitorare il consumo energetico dell'impianto, creare report schedulati che visualizzano chiaramente le performances dell'impianto
- KPI (Key performances indicator): per avere un riassunto veloce ed efficace dello stato di funzionamento delle varie utenze e stabilire chiaramente dove è necessario intervenire
- Recovery procedure: in collaborazione con la centrale frigo, per interagire direttamente con tutti i controllori delle utenze in caso di malfunzionamento della centrale e schedulare opportunamente la riaccensione per facilitare la riattivazione del sistema



### DPWL: sensori di fuga di gas

Disponibili per ogni tipo di refrigerante, in particolare il sensore di fuga per CO<sub>2</sub> è molto importante per installazioni sia in sala macchine che nelle sale di esposizione. Interfacciabili direttamente ai controllori elettronici tramite segnali analogici o direttamente al sistema di supervisione via Modbus RTU permettono di monitorare costantemente il livello di CO<sub>2</sub> presente in ambiente e individuare velocemente eventuali fughe di gas pericolose per le persone.

La CO<sub>2</sub> infatti è un gas asfissiante più pesante dell'aria, in caso di fuga tende ad accumularsi a pavimento, l'installazione dei sensori è pertanto consigliata ad una altezza di 30-40 cm da terra e vicino alle macchine utilizzatrici.



### VFD: inverter

Disponibili sia per compressori che per ventilatori, la gamma di inverter CAREL VFD copre tutte le applicazioni anche in CO<sub>2</sub> e in collaborazione con la gamma pRack permette una regolazione fine della pressione di evaporazione.



### Sonde e trasduttori

Vasta gamma di sonde di temperatura e trasduttori di pressione di vario tipo atti a coprire completamente tutte le applicazioni con refrigeranti naturali:

- sonde di pressione 4-20 mA: consigliate su centrali frigo
- sonde di pressione raziometriche: consigliate su banchi e celle
- sonde di temperatura NTC e pT1000
- sonde di temperatura NTC e pT1000 a fascetta: consigliate per installazioni su tubi



### pLoads: controllo carichi

Dispositivo in grado di gestire il controllo dei carichi in base al consumo energetico dell'impianto, permette di attivare e/o disattivare i vari carichi solo quando possibile.

Integrato in pRack pR300 permette di ridurre la capacità frigorifera della centrale in caso di necessità.



### pChrono: schedulatore

Dispositivo in grado di schedulare l'attivazione di luci, pompe e qualsiasi altro dispositivo all'interno dell'impianto per massimizzare il risparmio energetico non solo della parte di refrigerazione ma anche di condizionamento e building management.



### EXV lab

CAREL exv lab è lo strumento di guida alla scelta e all'utilizzo delle valvole CAREL.

Si tratta di un ambiente web dove, sia il progettista esperto, che un utilizzatore neofita possono trovare strumenti di selezione e verifica della valvola per tutte le applicazioni e i regimi di funzionamento in cui è possibile utilizzare una EXV.

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



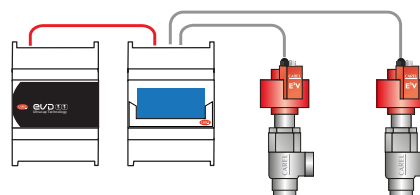
### ULTRACAP per EVDEVO

Ultracap è il nuovo dispositivo di alimentazione di emergenza per valvole elettroniche, è il naturale completamento di EVDEvo, sia singolo che Twin, assicura la completa chiusura delle valvole anche in caso di improvvisa mancanza di tensione in rete.

Grazie alla tecnologia ELDC (Electric Double Layer Capacitors), Ultracap può fornire energia di emergenza immediata, affidabile e pulita, rappresentando un netto passo avanti rispetto ai sistemi convenzionali basati su batterie, anche in termini di smaltimento materiali di manutenzione.

Ultracap è energia immediata: dopo soli 4 minuti dal ripristino della tensione, è già nuovamente carico ed attivo (in pratica il puro tempo di ripartenza del compressore...).

L'estrema affidabilità di Ultracap unita alle eccezionali qualità di chiusura ermetica delle valvole Carel, elimina la necessità di valvola solenoide anche nelle applicazioni più critiche.



### MPXPRO & E2V - controllo per banchi frigo canalizzati e valvole di espansione elettronica stepper.

Data la velocità della CO<sub>2</sub> come refrigerante, la regolazione degli evaporatori diventa essenziale per un buon funzionamento dell'impianto. A questo scopo l'utilizzo di valvole di espansione elettronica stepper CAREL E2V è importante per garantire una buona stabilità dell'impianto. Dotato di tecnologia ultracap il sistema MPXPRO + E2V è in grado di garantire la perfetta chiusura dell'impianto senza l'utilizzo di solenoidi aggiuntive.



### Famiglia E3V-C

Le valvole della famiglia EXV-C offrono la massima libertà di impiego, potendo gestire fino a 140 barg di pressione massima di lavoro (MOP), ed essendo in grado di assicurare la chiusura ermetica anche in presenza di pressioni differenziali elevatissime.

Grazie a dimensioni davvero contenute frutto di un design brevettato, le EXV-C possono inserirsi in qualsiasi impianto anche già esistente (retrofit).

Precisione meccanica, affidabilità garantita da test di vita estremi, e versatilità applicativa sono la sintesi delle elevatissime prestazioni che EXV-C è pronta ad offrire ad ogni circuito a CO<sub>2</sub>.



### Famiglia E2V

La valvola elettronica E2V è destinata all'installazione in circuiti frigoriferi come dispositivo di espansione per il fluido refrigerante utilizzando come segnale di regolazione il surriscaldamento calcolato tramite una sonda di pressione ed una di temperatura poste entrambe all'uscita dell'evaporatore

#### E2V-BSF/M

Le valvole E2V-BS sono a saldare, e non hanno in dotazione un filtro meccanico prima dell'ingresso del refrigerante; è comunque possibile inserire il filtro (opzionale) in rete metallica esclusivamente sul raccordo laterale d'ingresso posizionandolo in battuta e bloccandolo col tubo del circuito, prima di saldare la valvola

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



#### E2V-BZ

Le E2V-BZ hanno i raccordi misti quindi prevedono entrambe le operazioni (saldare e raccordare)

Il filtro meccanico viene dato in dotazione e anche in questo caso il filtro viene usato in modalità mono-direzionale.

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



#### E2V-CS

Oltre alla tradizionale funzione di espansione per il fluido refrigerante utilizzando come segnale di regolazione il surriscaldamento questa valvola può essere utilizzata quale regolatore di pressione in circuiti trans-critici con refrigerante CO<sub>2</sub> (R744)

Le valvole E2V-C sono a saldare ed è sempre necessario installare un filtro meccanico prima dell'ingresso del refrigerante.

Il filtro è opzionale o direttamente disponibile nella serie E2V-CS100

- Caratteristiche principali di queste valvole sono:
- Massima Pressione di Lavoro (MOP) fino a 140 bar (2030 psi)
  - Massimo DP di Lavoro (MOPD) 120 bar (1740 psi) - per E2V24C\*\*\*\* 85bar (1233psi)

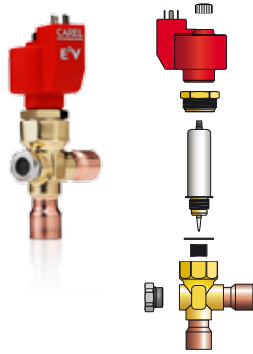


### E2V-S

Le valvole E2V-S devono essere saldate al circuito mediante brasatura dei raccordi in rame ai tubi di uscita condensatore (IN) e di ingresso evaporatore (OUT).

L'E2V SMART è costituita da componenti modulari da assemblare durante l'installazione, la versatilità è garantita dalla cartuccia rimovibile. Questa soluzione favorisce la manutenzione e l'ispezione dell e singole parti.

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



*attuatore manuale per valvole EXV*



## Headquarters ITALY

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

## Sales organization

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Affiliates

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

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

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

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

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

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

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