

High
Efficiency
Solutions.

CAREL



ITA Soluzioni per applicazioni retail CO₂

Indice

1. PERCHÈ UTILIZZARE LA CO₂ COME REFRIGERANTE?	5
1.1 Caratteristiche termodinamiche	5
1.2 Ciclo Subcritico.....	5
1.3 Ciclo transcritico	5
2. CO₂ SUBCRITICO CASCATA	7
2.1 Soluzione CAREL.....	7
2.2 Particolarità dell'impianto	10
3. CO₂ TRANSCRITICO BOOSTER	12
3.1 Soluzione CAREL.....	13
3.2 Particolarità dell'impianto	15
3.3 Condensing unit a CO ₂ transcritico.....	16
4. CO₂ SUBCRITICO POMPATO	18
4.1 Soluzione CAREL.....	18
5. COMPONENTI COMUNI	20



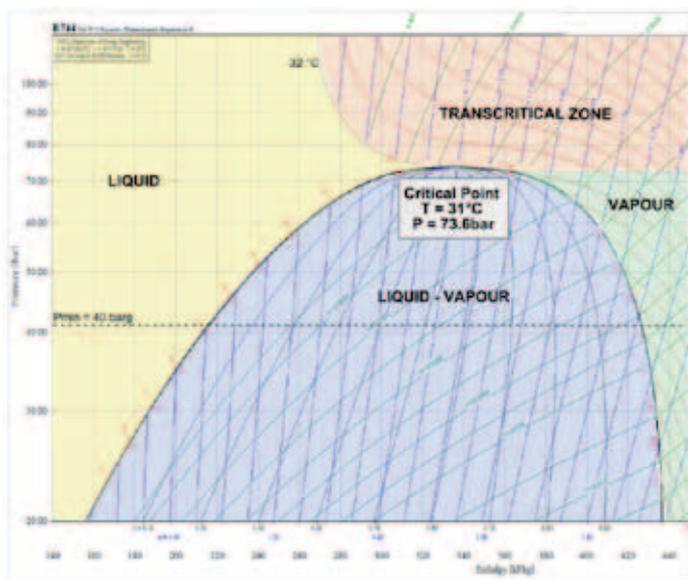
1. PERCHÉ UTILIZZARE LA CO₂ COME REFRIGERANTE?

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 CO₂ 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.

1.1 Caratteristiche termodinamiche

Accanto ai vantaggi di ordine economico, politico e ecologico, la CO₂ presenta diversi 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.

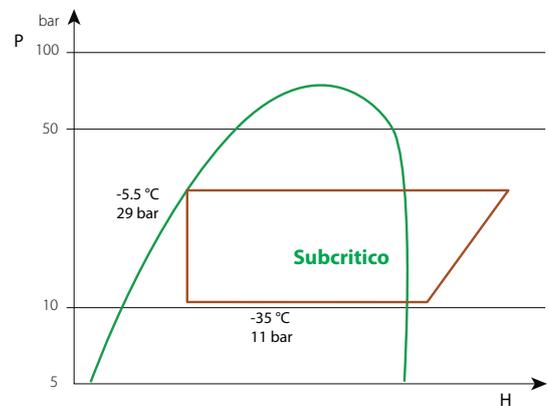
Fluid	Critical Temp. (°C)	Critical Press. (bar)	Saturation Press. (bar)		Volumetric latent heat at -20 °C (kJ/m ³)
			-20 °C	+30 °C	
CO2	31.06	73.84	19.7	72.1	14592
R22	96.15	49.9	2.4	11.9	2371
R134a	101.06	40.59	1.3	7.7	1444
R410A	71.36	49.03	4	18.9	3756
R404A	72.1	36.2	3.1	14.3	2820
NH3	132.25	113.33	1.9	11.7	2131

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 CO₂ 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.

1.2 Ciclo Subcritico

L'applicazione più semplice per l'anidride carbonica come refrigerante è quella subcritica: si utilizza la CO₂ in un ciclo secondario di bassa temperatura, sia esso a compressione di vapore (ciclo in cascata) o sia un anello di CO₂ liquida con una pompa di circolazione.

Processo di refrigerazione subcritico

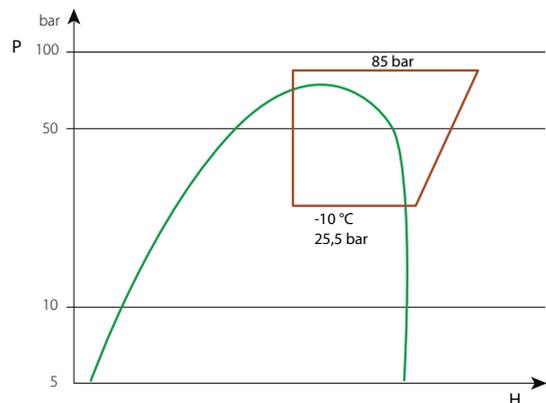


Il ciclo primario è affidato a un fluido refrigerante tradizionale e ha il compito di mantenere la temperatura di condensazione del ciclo a CO₂ al di sotto del punto critico, generalmente tra -5 e -10 °C.

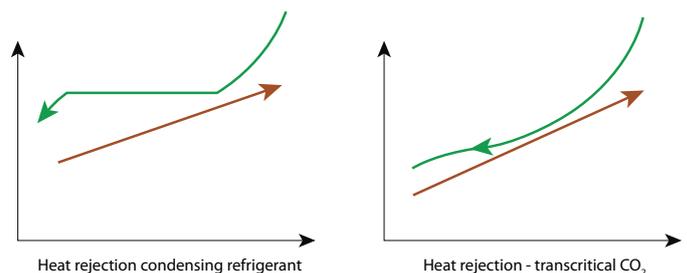
1.3 Ciclo transcritico

È possibile anche l'utilizzo di un ciclo a CO₂ 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



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.



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

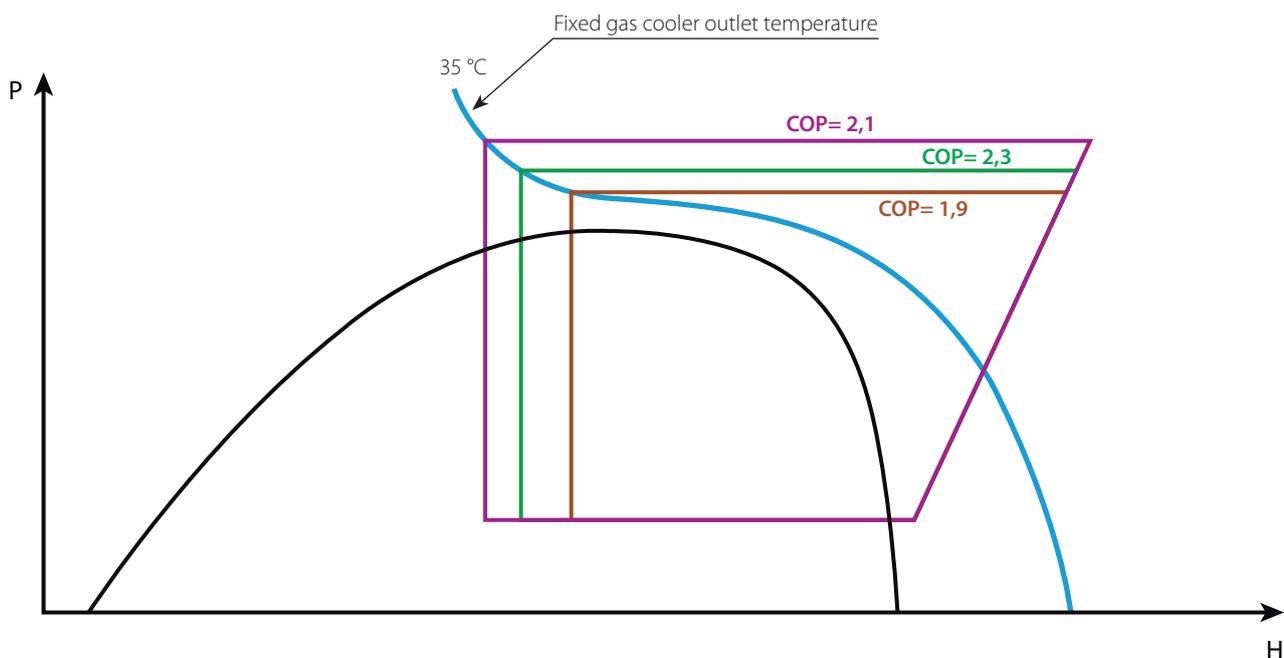
Per questo anche la costruzione dello scambiatore di calore di alta pressione è differente e si parla di gas cooler piuttosto che di condensatore.

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 (Δh_{EVAP}) maggiore dell'aumento del lavoro di compressione (Δh_{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.

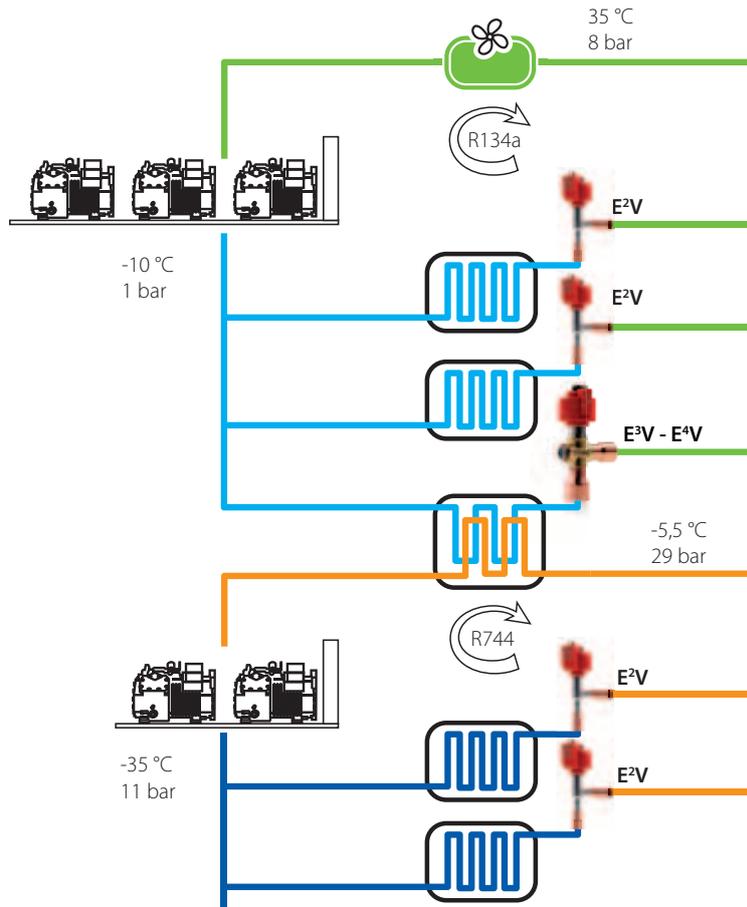


2. CO₂ SUBCRITICO CASCATA

Particolarmente indicati come applicazione di refrigerante naturale in regioni con temperature ambientali medio alte, i sistemi a CO₂ subcritico in cascata sono normalmente utilizzati in climi caldi o come primo passo nell'utilizzo di CO₂ come refrigerante.

Sistemi in cascata sono composti da due circuiti, uno di media temperatura (tipicamente r134a, r404a o NH₃) e uno di bassa temperatura (r744) interconnessi da uno o più scambiatori di calore, normalmente a piastre, che da un lato condensano la CO₂ e dall'altro si presentano come normali evaporatori per il circuito di media temperatura.

Esempio di impianto CO₂ subcritico cascata



PRO

- 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

CONTRO

- Se non NH₃, impianto non completamente green
- Se NH₃, la centrale di media non può essere utilizzata in tutti i paesi per fornire anche le utenze di media temperatura

2.1 Soluzione CAREL

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



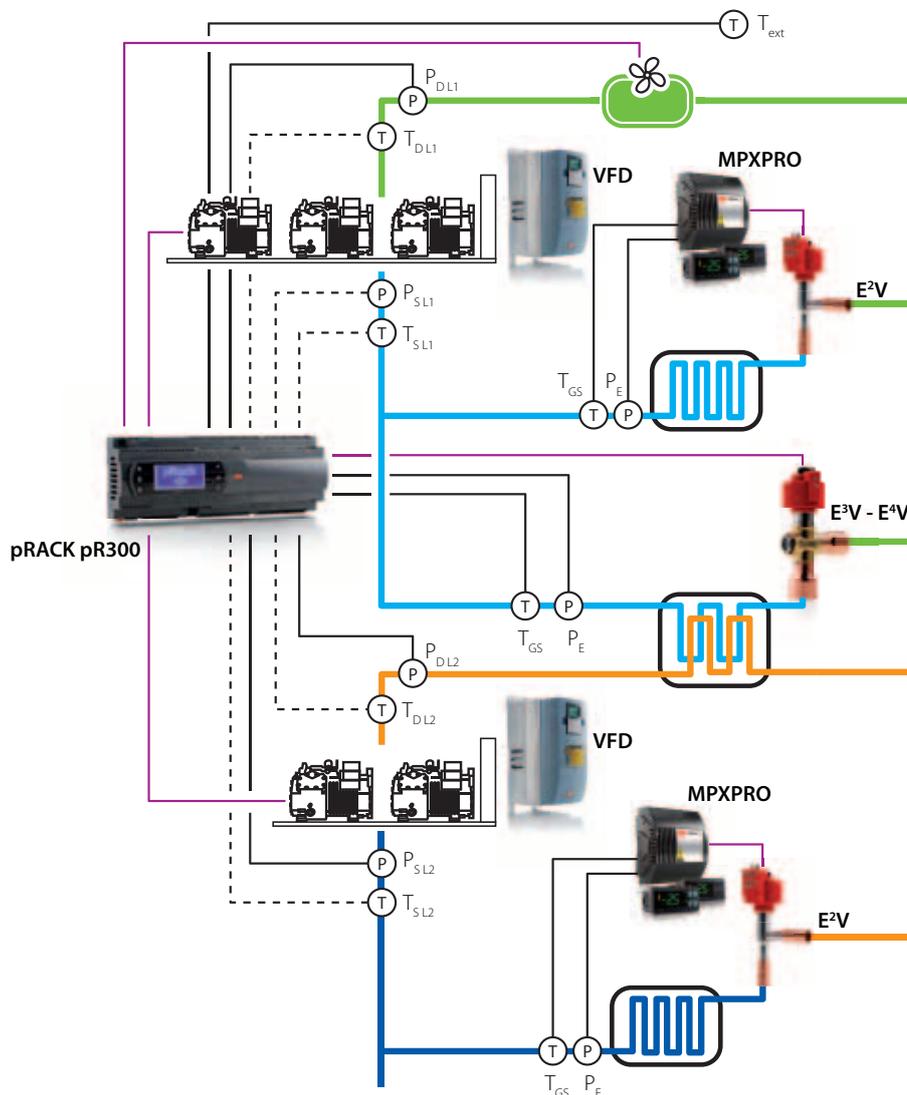
pRACK pR300



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 CO₂ 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).

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



Connessioni pRACK

sigla	descrizione	Tipo sonda	note
T _{ext}	Temperatura esterna	NTC - HP	
P _{DL1}	Pressione di scarico linea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-18,2 barg	
T _{DL1}	Temperatura di scarico linea 1 (media temperatura)	NTC - HF	Per controllo temperatura di scarico (opzionale)
P _{SL1}	Pressione di aspirazione linea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-7 barg	Potrebbe essere utilizzata in backup alla PE
T _{SL1}	Temperatura di aspirazione linea 1 (media temperatura)	NTC - HF	Per controllo surriscaldamento aspirazione(opzionale)
P _E	Pressione di evaporazione scambiatore di calore	Raziometrica -1-9,3 barg	
T _{GS}	Temperatura gas surriscaldato scambiatore di calore	NTC - HF	
P _{DL2}	Pressione di scarico linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg	
T _{DL2}	Temperatura di scarico linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF	Per controllo temperatura di scarico (opzionale)
P _{SL2}	Pressione di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg	
T _{SL2}	Temperatura di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF	Per controllo surriscaldamento aspirazione(opzionale)

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

Data la velocità della CO₂ 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.



MPXPRO & E²V

E^{AV}: Valvole di espansione elettronica

Punto cruciale di questo tipo di impianto è lo scambiatore di calore di cascata, normalmente a piastre, che regola la condensazione dell'impianto in CO₂. 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 E^{AV} (valvole elettroniche PWM in questi ambiti non garantiscono performance ottimali).

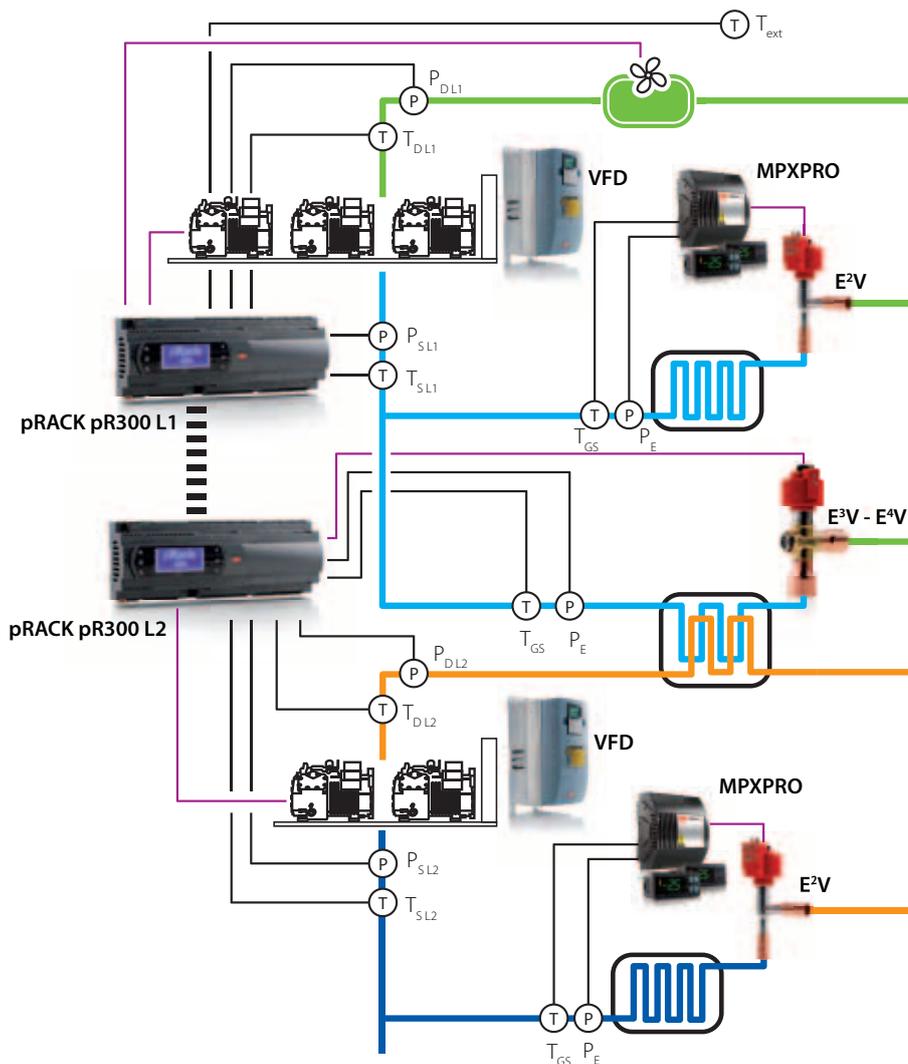
In queste applicazioni, oltre alla tradizionale regolazione in base al surriscaldamento in aspirazione si aggiunge l'integrazione con la centrale di bassa di temperatura in via diretta se il driver è integrato nel controllo della centrale di bassa o via comunicazione seriale se il driver EVD EVO è esterno.

Data la natura del refrigerante, è necessario tenere monitorato la CO₂ liquida condensata per garantire buone prestazioni



Valvole di espansione elettronica E^{AV}

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



Connessioni pRack L1

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

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



2.2 Particolarità dell'impianto

2.2.1 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

2.2.2 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 CO₂ 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 CO₂.

Procedure di sicurezza sono previste in caso di condizioni critiche che non consentono la stabilità del sistema.

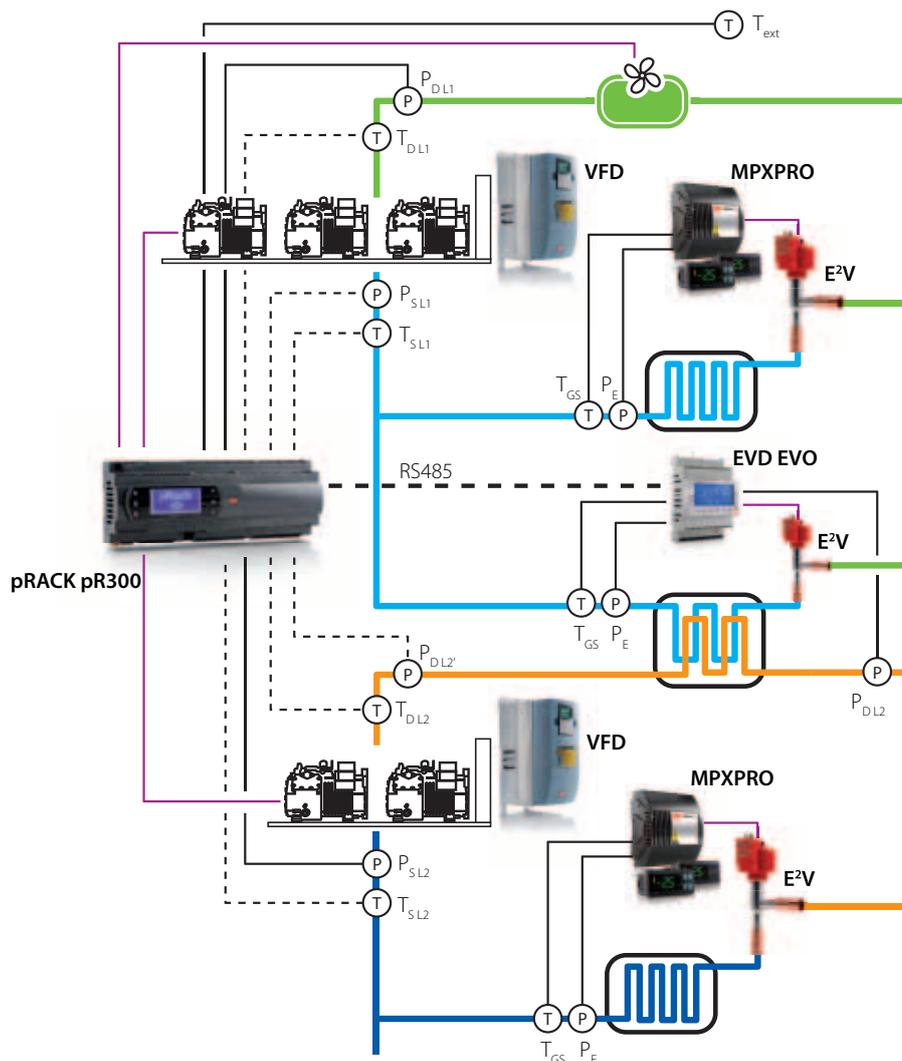
Disponibile sia per singolo che per doppio scambiatore.

Nel caso di utilizzo di uno o più driver singoli è possibile collegare la sonda di pressione di condensazione direttamente al driver EVD EVO, 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 CO₂ sia troppo elevata. In questo caso la pressione di condensazione della CO₂ collegata al pRack diventa opzionale.

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
- Non è utilizzabile invece quando si gestiscono direttamente due valvole con il driver integrato o EVD EVO twin.

Schema di controllo con pRack singola scheda e driver singolo esterno integrato con protezione alta pressione CO₂



Connessioni pRack

sigla	descrizione	Tipo sonda	note
T _{ext}	Temperatura esterna	NTC - HP	
P _{DL1}	Pressione di scarico linea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-18,2 barg	
T _{DL1}	Temperatura di scarico linea 1 (media temperatura)	NTC - HF	Per controllo temperatura di scarico (opzionale)
P _{SL1}	Pressione di aspirazione linea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-7 barg	Potrebbe essere utilizzata in backup alla PE
T _{SL1}	Temperatura di aspirazione linea 1 (media temperatura)	NTC - HF	Per controllo surriscaldamento aspirazione (opzionale)
P _{DL2}	Pressione di scarico linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg	Potrebbe essere utilizzata in backup alla PD L2
T _{DL2}	Temperatura di scarico linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF	Per controllo temperatura di scarico (opzionale)
P _{SL2}	Pressione di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg	
T _{SL2}	Temperatura di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF	Per controllo surriscaldamento aspirazione (opzionale)

Connessioni EVD EVO

sigla	descrizione	Tipo sonda	note
P _{DL2}	Pressione di scarico linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg	
P _E	Pressione di evaporazione scambiatore di calore	Raziometrica -1-9,3 barg	
T _{GS}	Temperatura gas surriscaldato scambiatore di calore	NTC - HF	



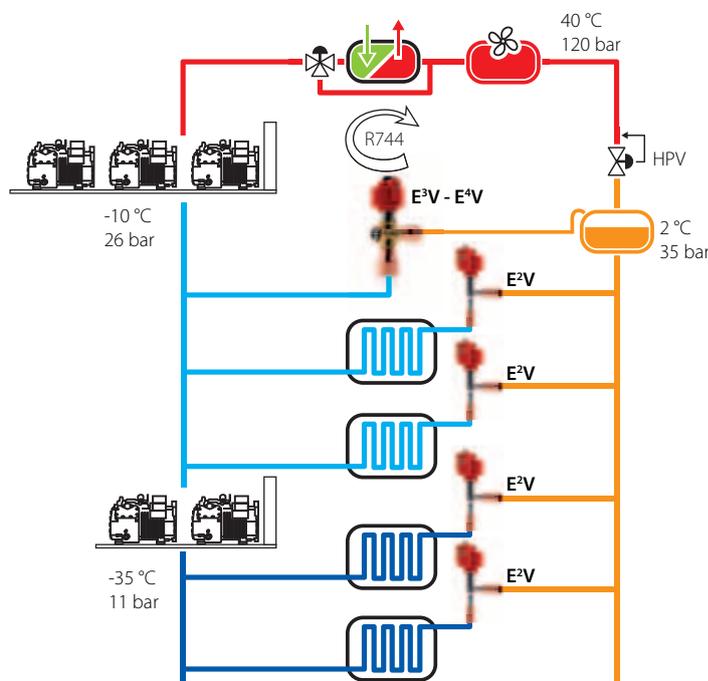
3. CO₂ TRANSCRITICO BOOSTER

Sistemi booster a CO₂ transcritici sono i più promettenti impianti a refrigerante naturale utilizzabili in ambiti retail soprattutto per climi non troppo caldi. Sono generalmente composti da 3 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)
- pressione intermedia: la zona dalla valvola HPV a tutte le valvole di espansione (in arancione)
- media pressione: la zona degli evaporatori di media temperatura a valle delle valvole di espansione fino all'aspirazione dei compressori di media (in azzurro)
- bassa pressione: la zona degli evaporatori di bassa temperatura a valle delle valvole di pressione fino all'aspirazione dei compressori di bassa (in blu)

Un impianto tradizionale di base 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

Esempio di impianto CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂. La regolazione della pressione del ricevitore è ottenuta mediante la valvola RPRV 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
- 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

PRO

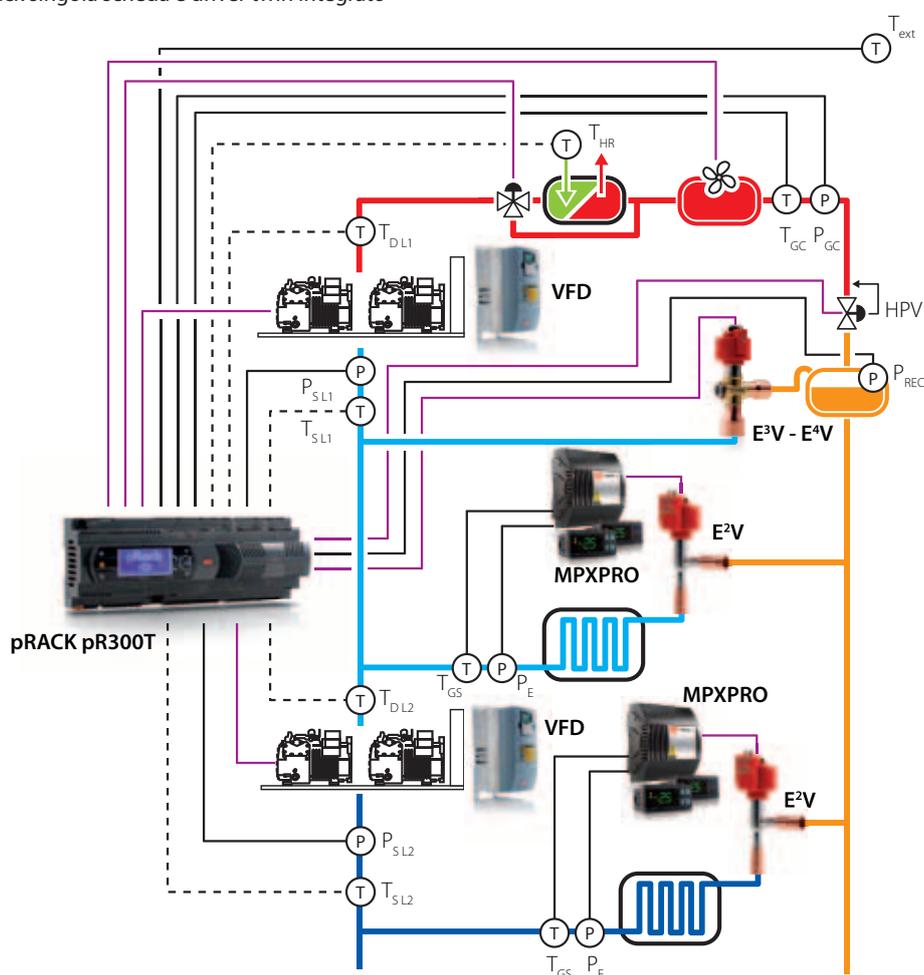
- impianto con completo utilizzo di refrigeranti naturali (CO₂)
- vari studi dimostrano un'efficienza maggiore di ogni altro tipo di impianto (r404a tradizionale o CO₂ subcritico) con temperatura ambientale media inferiore ai 15 °C
- tecnologia in standardizzazione, costi in riduzione

CONTRO

- alte pressioni in gioco (fino a 120 barg)
- impianti normalmente più complessi dei tradizionali
- efficienza non ancora valorizzabile in ambienti a clima caldo (> 15 °C)

3.1 Soluzione CAREL

Schema di controllo con pRack singola scheda e driver twin integrato



Connessioni pRack pR300T

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



pRack pR300T: controllo per la gestione di centrali frigo CO₂ transcritiche
 pRack pR300T consente la gestione completa in configurazioni a singola o multi scheda di centrali CO₂ 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.



pRack pR300T

MPXPRO & E²V : controllo per banchi frigo canalizzati e valvole di espansione elettroniche stepper

Data l'elevata dinamicità dei sistemi CO₂, la regolazione degli evaporatori diventa essenziale per un buon funzionamento dell'impianto. A questo scopo l'utilizzo di valvole di espansione elettroniche 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.



MPXPRO & E²V

E²V: Valvole di espansione elettronica

Le valvole di espansione stepper CAREL E²V standard hanno pressione massima 45 barg, quindi possono essere utilizzate normalmente (come valvole di espansione nei banchi e valvole di flash gas (RPRV)) in tutti gli impianti in cui la pressione massima del ricevitore è 45 barg.

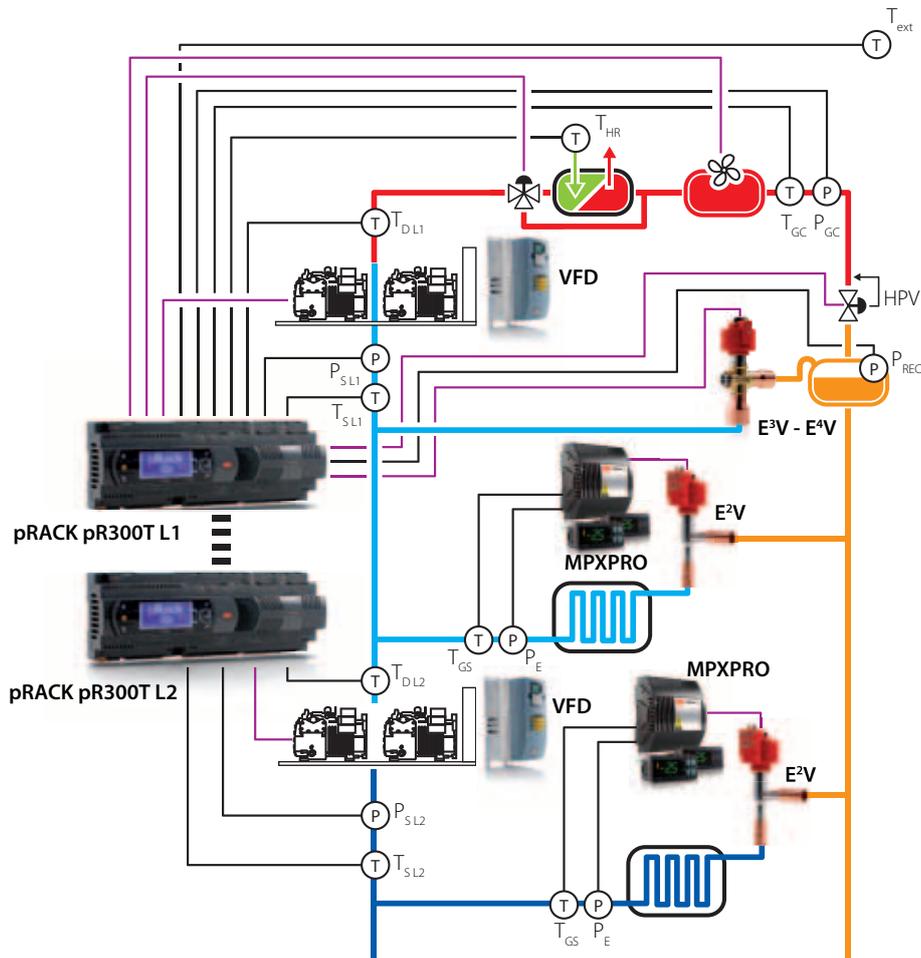
Nei casi in cui la pressione massima del ricevitore sia superiore a tale valore è possibile utilizzare la serie E2V*CS* progettata appunto per applicazioni CO₂ transcritiche con pressione massima 140 barg.

Questo tipo di valvole possono essere utilizzate anche come valvole di alta pressione HPV e flash RPRV in caso di centrali frigo di piccole dimensioni.



Valvole di espansione elettronica E²V

Schema di controllo con pRack doppia scheda e driver twin integrato



Connessioni pRack pR300T L1

sigla	descrizione	Tipo sonda	note
T_{ext}	Temperatura esterna	NTC - HP	
P_{GC}	Pressione gas cooler	4-20 mA 0-150 barg	
T_{GC}	Temperatura uscita gas cooler	NTC - HF	
T_{HR}	Temperatura heat reclaim	NTC - HF	Per controllo sistema di recupero calore
P_{REC}	Pressione ricevitore	4-20 mA 0-60 barg	
P_{sL1}	Pressione di aspirazione linea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg	
T_{sL1}	Temperatura di aspirazione linea 1 (media temperatura)	NTC - HF	Per controllo surriscaldamento aspirazione

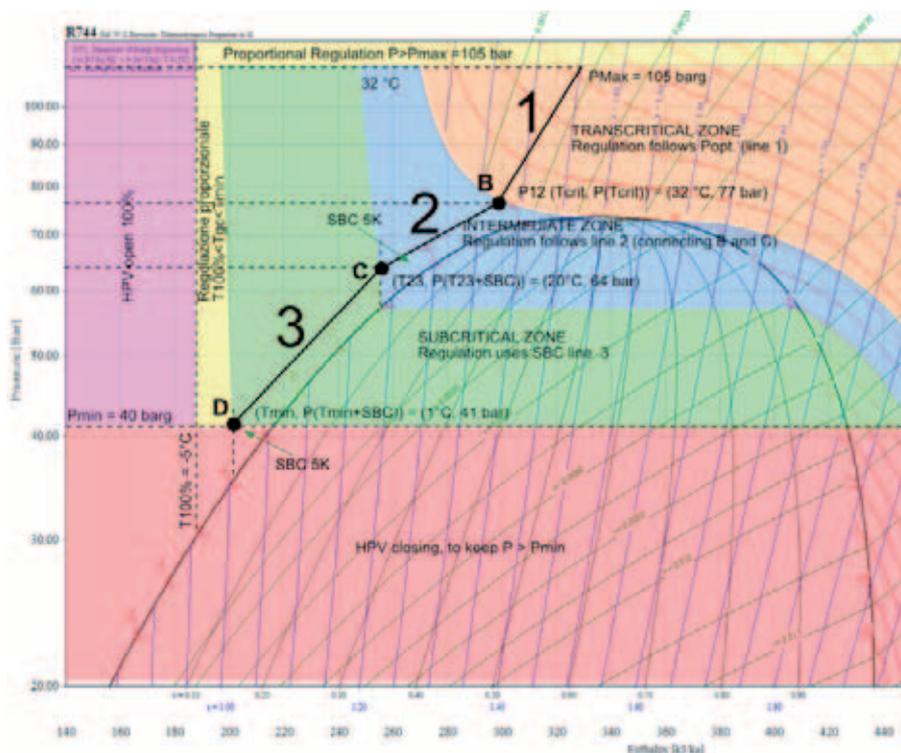
Connessioni pRack pR300T L2

sigla	descrizione	Tipo sonda	note
T_{DL2}	Temperatura di scarico linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF	Per controllo temperatura di scarico
P_{sL2}	Pressione di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8 barg	
T_{sL2}	Temperatura di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF	Per controllo surriscaldamento aspirazione

3.2 Particolarità dell'impianto

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 T_{GC} e dalla pressione del gas cooler P_{GC} . 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.

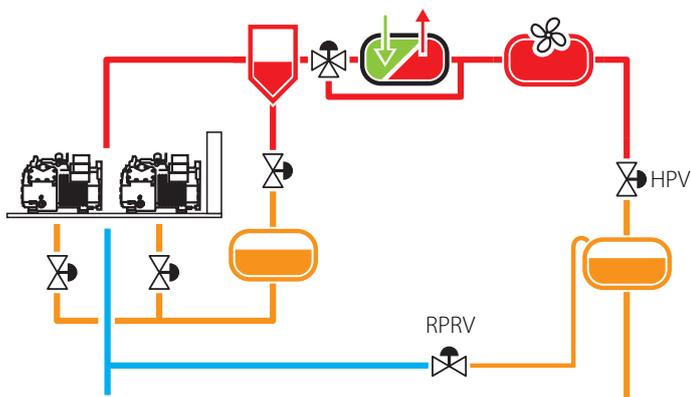


La gestione della **valvola di flash gas** mantiene costante la pressione all'interno del ricevitore attorno ad un set preimpostato, in condizioni estreme può modificare le condizioni di funzionamento della valvola HPV in modo da mantenere correttamente funzionante l'intero sistema.

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.



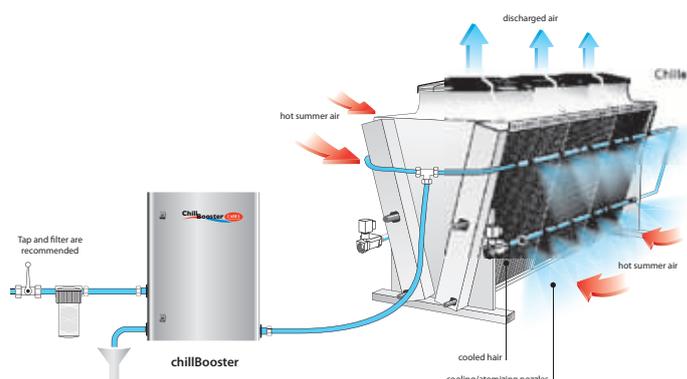


Il sistema di **recupero di calore**, molto importante per l'efficienza complessiva del sistema, è gestito in modo da massimizzare la quantità di calore recuperabile modificando le condizioni di lavoro sia del gas cooler che della valvola di alta pressione stessa.

Chillbooster: sistema di raffreddamento adiabatico per gas cooler CO₂

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.



3.2.1 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

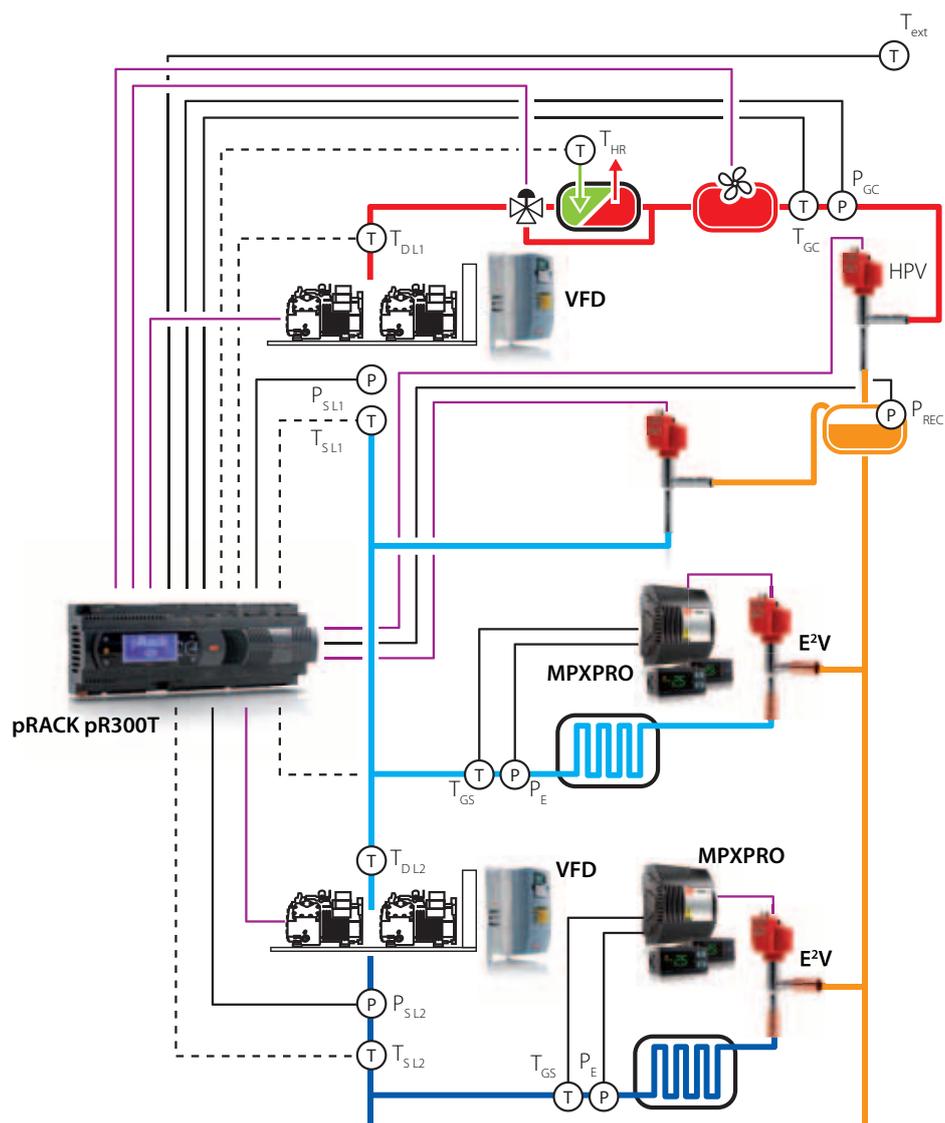
3.3 Condensing unit a CO₂ transcritico

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 CO₂ 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.





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

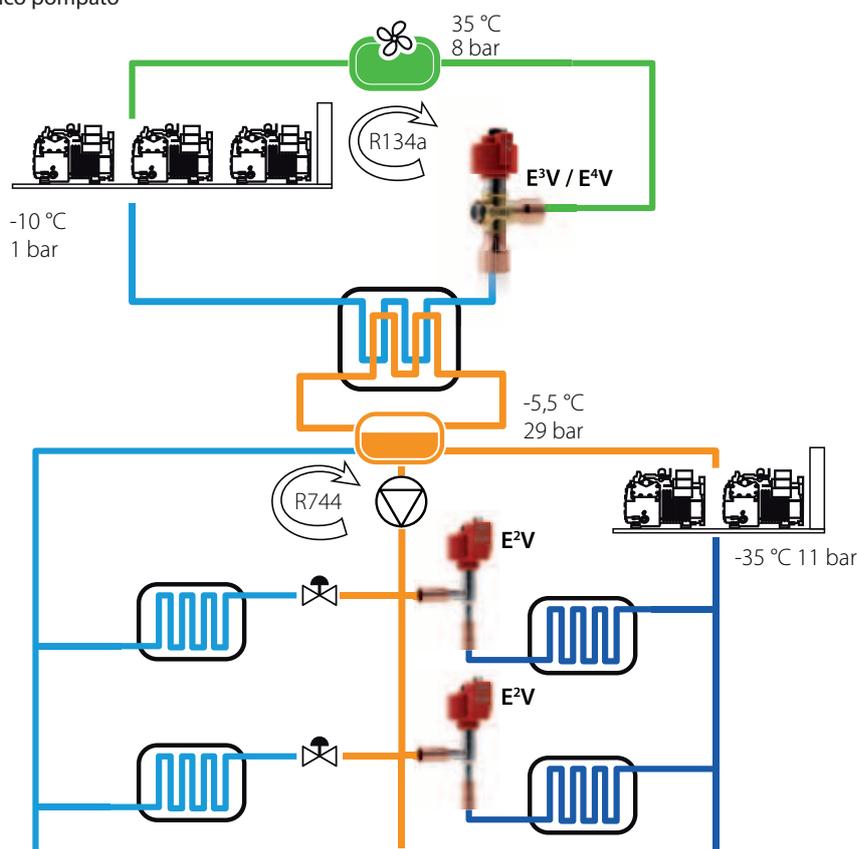


4. CO₂ SUBCRITICO POMPATO

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 CO₂ liquida pompata, mentre le utenze di bassa temperatura sono dotate di valvole di espansione. La CO₂ viene raffreddata da un chiller dedicato (NH₃ 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 CO₂ liquida negli evaporatori di media, in questi evaporatori non espande ma si surriscalda solamente ritornando al ricevitore in stato semi liquido.

Esempio di impianto CO₂ subcritico pompato



PRO

- basso contenuto di refrigerante non naturale;
- possibile utilizzare anche ammoniaca (NH₃) che rimane limitata in sala macchine;
- impianto completamente green in ambiente espositivo.

CONTRO

- molto sensibile al dimensionamento delle tubazioni del sistema pompato;
- consumo energetico delle pompe aggiuntivo.

4.1 Soluzione CAREL

pRack pR300: controllo per centrali frigo

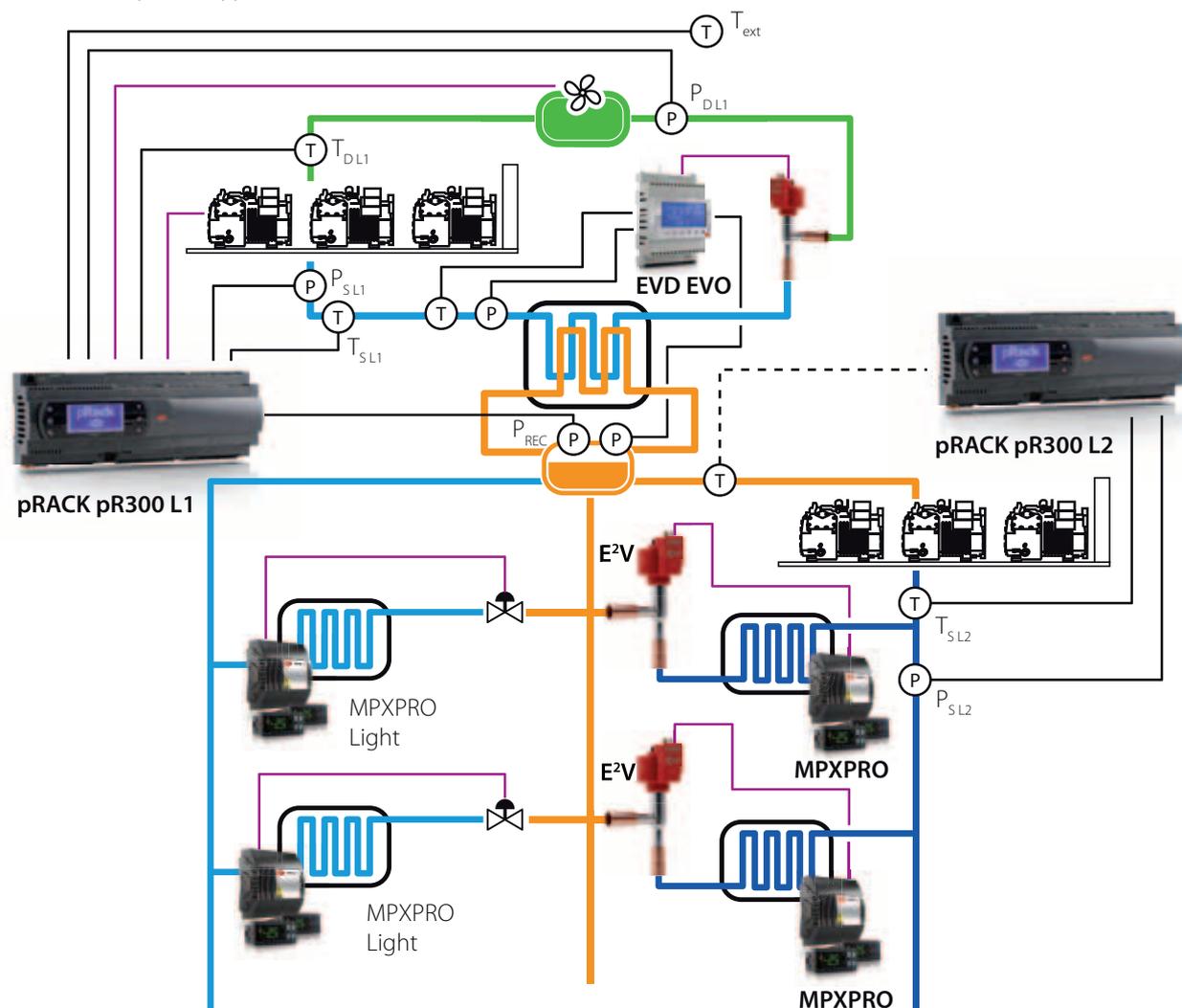
In grado di gestire sia i compressori del chiller regolati in base alla pressione della CO₂ all'interno del ricevitore sia i compressori di bassa temperatura, applica le stesse funzionalità di sincronizzazione tra le due centrali. Importante in questo tipo di impianti il funzionamento coordinato della 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



pRack pR300

Schema di controllo con pRack doppia scheda



Connessioni pRack pR300 L1

sigla	descrizione	Tipo sonda	note
T_{ext}	Temperatura esterna	NTC - HP	
P_{DL1}	Pressione di condensazione linea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-18,2barg	
T_{DL1}	Temperatura di scarico linea 1 (media temperatura)	NTC - HF	Per controllo temperatura di scarico
P_{SL1}	Pressione di aspirazione linea 1 (media temperatura)	4-20 mA 0-10barg	Per controllo allarme di bassa pressione
T_{SL1}	Temperatura di aspirazione linea 1 (media temperatura)	NTC - HF	Per controllo surriscaldamento aspirazione
P_{REC}	Pressione ricevitore CO_2	4-20 mA 0-10barg	Per controllo compressori di media temperatura

Connessioni pRack pR300T L2

sigla	descrizione	Tipo sonda	note
T_{DL2}	Temperatura di scarico linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF	Per controllo temperatura di scarico (opzionale)
P_{SL2}	Pressione di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8barg	
T_{SL2}	Temperatura di aspirazione linea 2 (bassa temperatura)	NTC - HF	Per controllo surriscaldamento aspirazione

Connessioni EVD EVO

sigla	descrizione	Tipo sonda	note
P_{REC}	Pressione di scarico linea 2 (bassa temperatura)	4-20 mA 0-44,8barg	
P_E	Pressione di evaporazione scambiatore di calore	Raziometrica -1-9,3barg	
T_{GS}	Temperatura gas surriscaldato scambiatore di calore	NTC - HF	

MPXPRO e MPXPRO light

MPXPRO per le utenze di bassa temperatura con valvola di espansione elettronica, e 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 e E^XV

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 CO₂ 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)



Driver EVD EVO e E^XV

5. 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 schedati 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 schedare opportunamente la riaccensione per facilitare la riattivazione del sistema



PVPRO: sistema di supervisione

DPWL: sensori di fuga di gas

Disponibili per ogni tipo di refrigerante, in particolare il sensore di fuga per CO₂ è molto importante per installazioni sia in sala macchine che nelle sale di esposizione. Interfacciabili direttamente ai controlli elettronici tramite segnali analogici o direttamente al sistema di supervisione via Modbus RTU permettono di monitorare costantemente il livello di CO₂ presente in ambiente e individuare velocemente eventuali fughe di gas pericolose per le persone.

La CO₂ 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.



DPWL: sensore di fuga gas

VFD: inverter

Disponibili sia per compressori che per ventilatori, la gamma di inverter CAREL VFD copre tutte le applicazioni anche in CO₂ e in collaborazione con la gamma pRack permette una regolazione fine della pressione di evaporazione.



VFD: inverter

Sonde e trasduttori

Vasta gamma di sonde di temperatura e trasduttori di pressione di vario tipo atta 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



Sonde e trasduttori

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.



pLoads: controllo carichi

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.



pChrono: schedulatore





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.in

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