



I Soluzioni per l'utilizzo della CO₂
nella refrigerazione commerciale

GB Solutions for the use of CO₂
in commercial refrigeration



the one solution

APPLICATION NOTE

L'interesse legato all'uso dell'anidride carbonica (CO₂, R744) nei sistemi di refrigerazione nasce dall'esigenza di ridurre l'inquinamento ambientale, in particolar modo la formazione del buco dell'ozono e l'incremento dell'effetto serra.

L'importanza di questi aspetti è data anche dall'adesione di oltre 160 paesi al "Protocollo di Kyoto", trattato internazionale in materia di ambiente.

Il trattato prevede l'obbligo in capo ai paesi industrializzati di operare una riduzione delle emissioni di elementi inquinanti (biossido di carbonio e altri cinque gas serra) in una misura non inferiore al 5,2% rispetto alle emissioni registrate nel 1990 (considerato come anno base), nel periodo 2008...2012.

Parallelamente a Kyoto esistono in vari paesi una serie di direttive e legislazioni tali per cui nei prossimi anni sarà forzato un progressivo phas-out dei refrigeranti ad elevato impatto ambientale.

Da questo punto di vista vanno considerate due forme di inquinamento:

1. diretto, dato principalmente da eventuali perdite di refrigerante rilasciato in atmosfera;
2. indiretto, dovuto alla generazione dell'energia per l'esercizio degli impianti.

Questo è quindi legato all'efficienza energetica degli impianti stessi.

Il contributo diretto è dato da due fattori: potenziale di danneggiamento dello strato di ozono atmosferico e contributo all'effetto serra.

Tra i fluidi refrigeranti che minimizzano il contributo diretto sono da prendere seriamente in considerazione quelli naturali (ossia già presenti in natura): gli idrocarburi, l'ammoniaca e l'anidride carbonica.

Il principale problema dovuto all'uso degli idrocarburi è legato alla loro infiammabilità, ed ai relativi problemi di sicurezza. Per questo motivo per ora vengono utilizzati solo per quelle applicazioni che richiedono una carica di refrigerante estremamente limitata.

L'ammoniaca pone problemi legati alla sua tossicità ed alla compatibilità con i materiali - rame in particolare.

Le proprietà della CO₂ di essere un fluido:

- naturale;
- atossico;
- non infiammabile;
- compatibile con i più comuni materiali.

La pone come buona alternativa tra i diversi fluidi frigorigeni presenti nel mercato.

In questo senso molti tra i maggiori player in ambito retail ed analoghi (ASDA, M&S, Sainsbury's, Somerfield, Tesco, McDonald, The Coca-Cola Company, Unilever, Carlsberg, IKEA e PepsiCo per nominarne alcuni) hanno attivato iniziative volte al veloce phase-out dei refrigeranti sintetici convenzionali.

È quindi importante rispondere alle esigenze di mercato e agevolare la disponibilità di soluzioni impiantistiche che riducano sia le emissioni dirette (CO₂ come fluido refrigerante) che indirette (garantendo un'elevata efficienza di ciclo).

Caratteristica particolare della CO₂ è il **basso valore della temperatura del punto critico** (punto di passaggio tra le fasi liquido e gas) 31 °C. Tale caratteristica fa sì che per poter cedere calore ad un ambiente esterno a temperature superiori a ca. 28 °C sia necessario ricorrere a cicli transcritici (non vi è più la fase di condensazioni), e quindi a **pressioni assai più elevate** di quelle usuali della refrigerazione commerciale o industriale.

Particolare attenzione e cura va posta nella fase di progettazione ed ottimizzazione dell'impianto frigorifero al fine di evitare il rischio che l'utilizzo della CO₂ non sia sfruttato al meglio per il contenimento dell'inquinamento indiretto (effetto serra).

Infatti, pur risultando praticamente azzerato il contributo diretto, se i cicli frigoriferi a CO₂ risultassero meno efficienti di quelli tradizionali, ovvero caratterizzati da un'efficienza energetica più bassa, aumenterebbe il contributo indiretto.

Possibili soluzioni impiantistiche

Vi sono quattro possibili soluzioni principali per l'utilizzo di CO₂ negli impianti frigoriferi:

1. CO₂ transcritico;
2. CO₂ subcritico;
3. CO₂ pompato;
4. sistemi ibridi.

1. CO₂ transcritico

Sistema ad espansione diretta e cessione del calore direttamente in ambiente.

Utilizzato per impianti di bassa (BT) e media/alta (TN) temperatura.

La soluzione più semplice dal punto di vista concettuale.

Le complicazioni impiantistiche sono dovute alle elevate pressioni e alla necessità di ottimizzare l'efficienza dell'impianto.

Questa soluzione prevede l'utilizzo di un **gas cooler in sostituzione del condensatore**: anch'esso è uno scambiatore di calore fluido frigorifero – aria, resistente però ad elevate pressioni (pressione di progetto 120 bar). Tale scambiatore permette di avere un ΔT ($T_{out_GC} - T_{amb}$) inferiore rispetto a quello di un comune condensatore, date le migliori proprietà di scambio termico della CO₂ in regime transcritico.

In regime transcritico, per una determinata temperatura d'uscita dal gas cooler esiste una pressione che ottimizza la resa dell'impianto frigo (vedi Fig. 1).

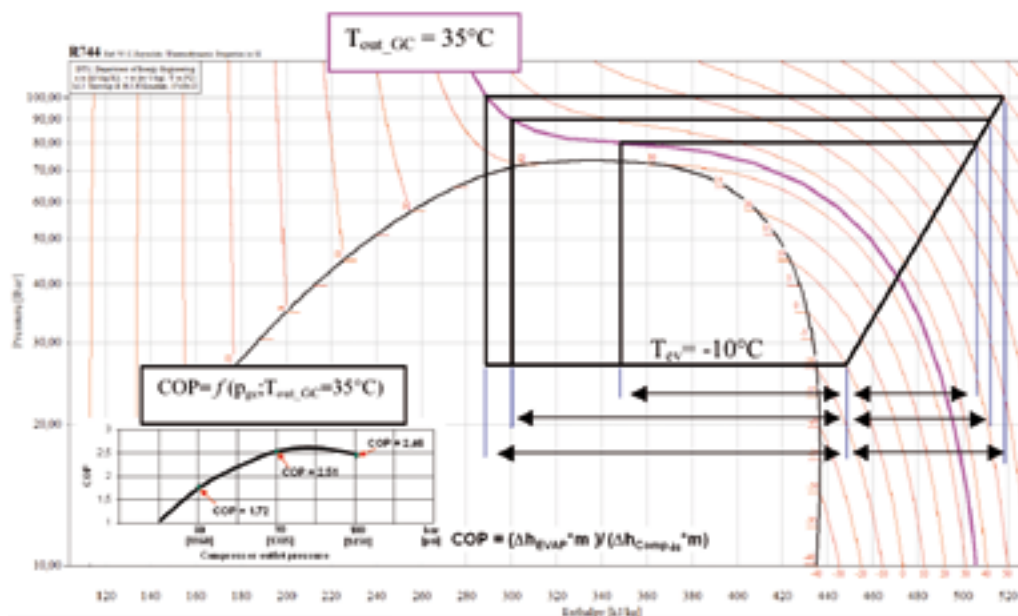
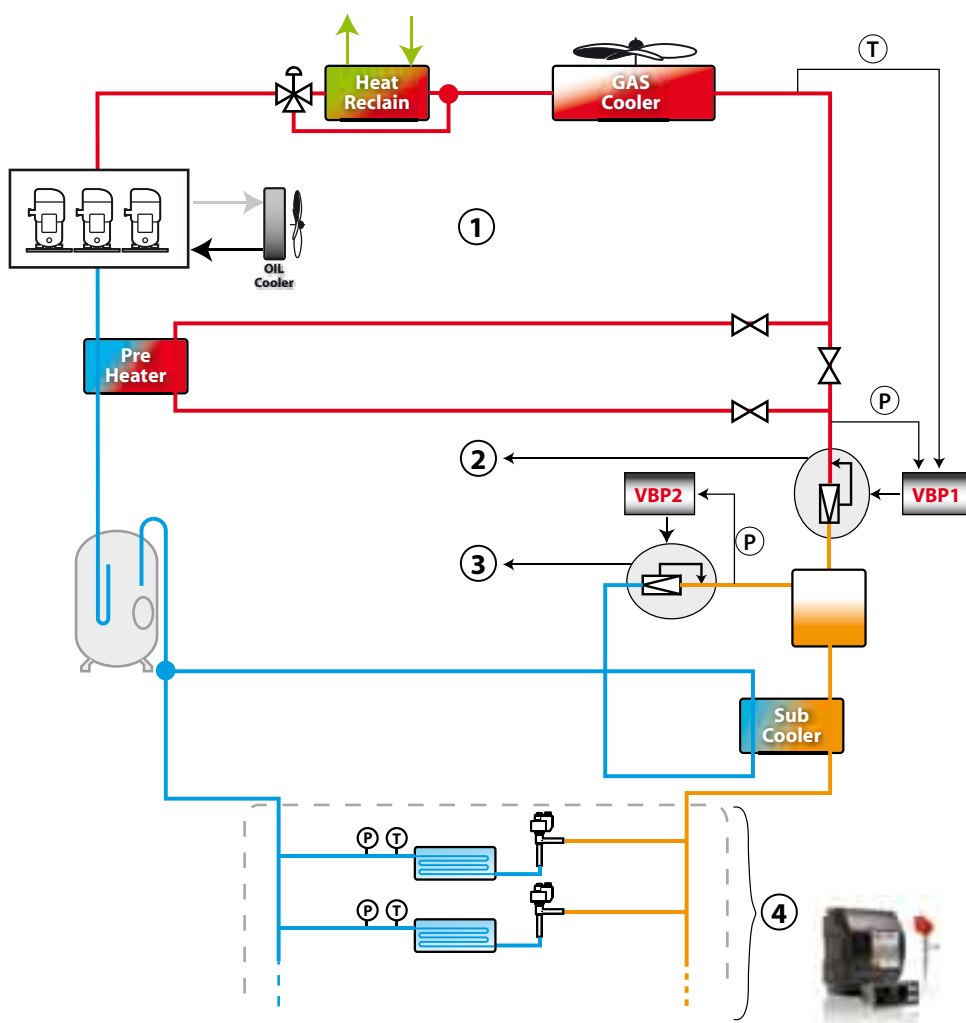


Fig. 1

Quindi il **set point di pressione ottimale** della sezione gascooler (corrispondente alla sezione di condensazione di un ciclo tradizionale) diventa **variabile e dipendente dalla temperatura di uscita dal gascooler** stesso.

Una delle soluzioni impiantistiche che ottimizzano l'efficienza di un tale sistema è quella proposta in figura.



Legenda Fig. 2:

1	centrale CO ₂
2	valvola back-pressure con apertura variabile per mantenere una pressione a monte funzione della temperatura di uscita gas cooler (VBP1)
3	valvola back-pressure con apertura variabile per mantenere a monte la pressione di progetto (VBP2)
4	utenze frigorifere

Fig. 2

Centrale frigorifera, Gascooler, Valvole back-pressure (VBP1/VBP2) e relativo controllo (punti 1, 2 e 3 Fig. 2)
 La soluzione per queste sezioni sono attualmente in fase di valutazione.

Display cabinet e celle frigorifere (CO₂) (punto 4 Fig. 2)

- **MPXPRO** o **Mastercase** con **EEV**;
- altro controllo con **EVD** ed **EEV**.

Le sonde da utilizzare per quest'area sono le stesse che per le applicazioni a R404a tranne che per le sonde di pressione per il controllo EEV (pressione operativa notevolmente diversa, verificare le sonde con range più opportuno in base al progetto).

2. CO₂ Subcritico

Sistema a cascata ("cascade"), utilizzato per mantenere il ciclo a CO₂ alle pressioni tipiche utilizzate per impianti tradizionali: circa 26,5...35 barg in condensazione, corrispondenti a circa -10...0 °C saturi.

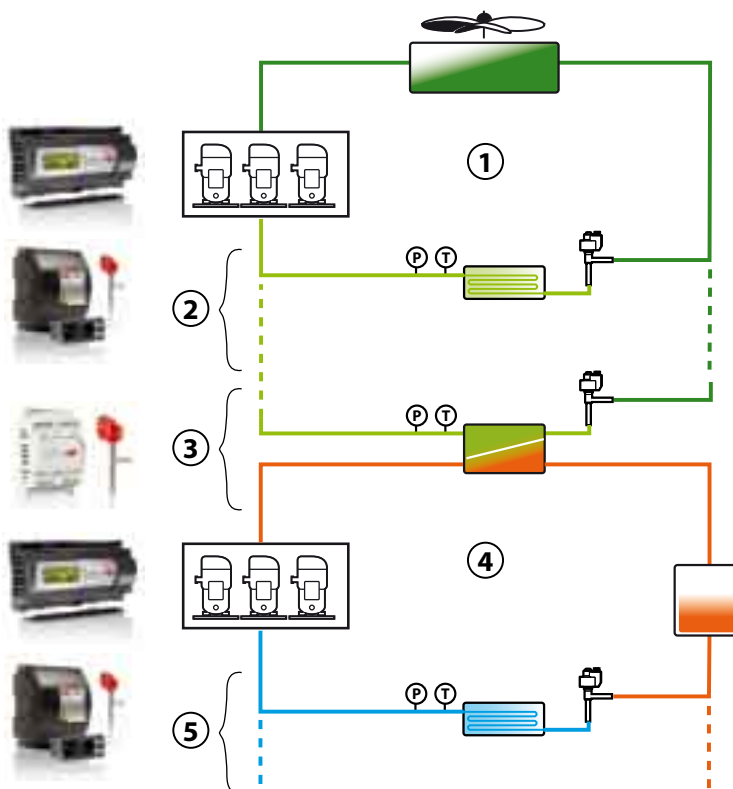
Normalmente utilizzato per utenze BT (bassa temperatura).

Per ottenere valori di pressione ridotti nella sezione di condensazione si utilizza un **ciclo ausiliario a refrigerante tradizionale** (es. R404a) o comunque operante a basse pressioni.

A titolo di esempio tale circuito ausiliario può sfruttare, di fatto, lo stesso circuito frigorifero utilizzato per la sezione di alta/media temperatura del punto vendita (evaporazione a ca. -15 °C saturi).

Come si può vedere in figura, si tratta di **due sistemi frigoriferi interconnessi** fra loro da uno o più scambiatori di calore. Questi rappresentano per la centrale di media/alta temperatura dei comuni evaporatori in parallelo alle altre utenze frigorifere, mentre per la centrale di bassa temperatura (a CO₂) costituisce la sezione condensante condensatore.

Tali scambiatori sono usualmente a piastre in cui il fluido di media temperatura (es. R404a) che evapora è iniettato ed espanso da una EEV (es. E²V + EVD) mentre dall'altro lato la CO₂ proveniente dallo scarico compressori viene condensata (setpoint tipico 28 barg circa -8 °C).



Legenda Fig. 3:

1	centrale R404a
2	utenze TN
3	condensatore/i BT
4	centrale CO ₂
5	utenze BT

Fig. 3

Riferimenti funzionali allo schema sopra.

Centrale frigorifera di media/alta temperatura (es. R404a) (punto 1 Fig. 3)

- **μrack**;
- **pCO rack controller**.

Soluzioni e sonde standard per le applicazioni tradizionali.

Display cabinet e celle frigorifere di media/alta temperatura (es. R404a) (punto 2 Fig. 3)

- **MPXPRO** o **Mastercase** con **EEV**;
- altro controllo con **EVD** ed **EEV**.

Soluzioni e sonde standard per le applicazioni tradizionali.

Condensatori della centrale di bassa temperatura (CO₂) (punto 3 Fig. 3)

In termini funzionali corrispondono ai condensatori/ventilatori di una centrale frigorifera tradizionale.

Usualmente equipaggiati con **EVD + EEV** attivati da ingresso digitale proveniente dalla centrale frigorifera CO₂.

Il dimensionamento della EEV di questa sezione deve essere fatto con cura particolare dal progettista di impianto.

Le potenze in gioco possono portare in impianti medio grandi ad utilizzare valvole diverse dalle E²V.

Centrale frigorifera di bassa temperatura (CO₂) (punto 4 Fig. 3)

- **μrack;**
- **pCO rack controller.**

Le sonde da utilizzare per quest'area sono le stesse che per le applicazioni a R404a tranne che per la sonda di pressione di mandata (pressione operativa di ca. 28 barg, suggerite sonde con pressione massima superiore a 40 barg) e di aspirazione (pressione operativa di ca. 15 barg, suggerite sonde con pressione massima superiore ai 20 barg).

Display cabinet e celle frigorifere di bassa temperatura (CO₂) (punto 5 Fig. 3)

- **MPXPRO** o **Mastercase** con **EEV**;
- altro controllo con **EVD** ed **EEV**.

Le sonde da utilizzare per quest'area sono le stesse che per le applicazioni a R404a tranne che per la sonde di pressione per il controllo EEV (pressione operativa di ca. 15 barg, suggerite sonde con pressione massima superiore ai 20 barg).

3. CO₂ pompato

Assimilabile ad un impianto ad acqua glicolata in cui la CO₂ è il fluido vettore dell'energia frigorifera. Normalmente utilizzato per utenze TN (alta/media temperatura).

L'anidride carbonica liquida è condensata mediante l'evaporazione di un circuito frigorifero ausiliario e alimenta gli evaporatori delle utenze.

La circolazione della CO₂ è garantita da una pompa.

Tale soluzione presenta due vantaggi:

- il ciclo frigorifero, essendo confinato in una sala macchine ben distinta dalle utenze, può essere percorso da fluidi tossici o infiammabili, ma ad effetto serra nullo, come ammoniaca o idrocarburi;
- rispetto ad altri fluidi vettori in fase solo liquida la CO₂ **richiede minor energia di pompaggio** e tubazioni di **minor diametro**, ha migliori **proprietà di scambio termico** ed è più **economica**.

La CO₂ opera sempre a temperature prossime a quella di evaporazione, quindi a pressioni non particolarmente elevate (ca. 30 bar).

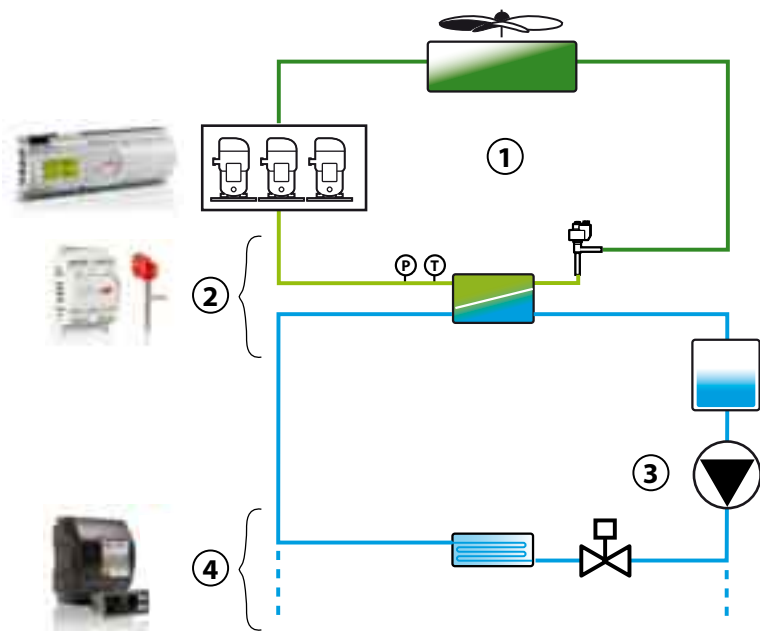


Fig. 4

Chiller per bassa temperatura (evaporazione ca. -15 °C) (punto 1 e 2 Fig. 4)

Soluzione standard CAREL per chiller di processo a bassa temperatura (es. per acqua glicolata) con gestione di valvole di espansione elettronica tramite modulo **EVD**.

Display cabinet e celle frigorifere di media/alta temperatura (punto 4 Fig. 4)

- **MPXPRO** (senza **EEV**);
- altro controllo (es. ir33).

Soluzioni e sonde standard per le applicazioni tradizionali ad acqua glicolata.

Legenda Fig. 4:

1	chiller R404a
2	scambiatore chiller/ CO ₂
3	pompa CO ₂
4	utenze TN

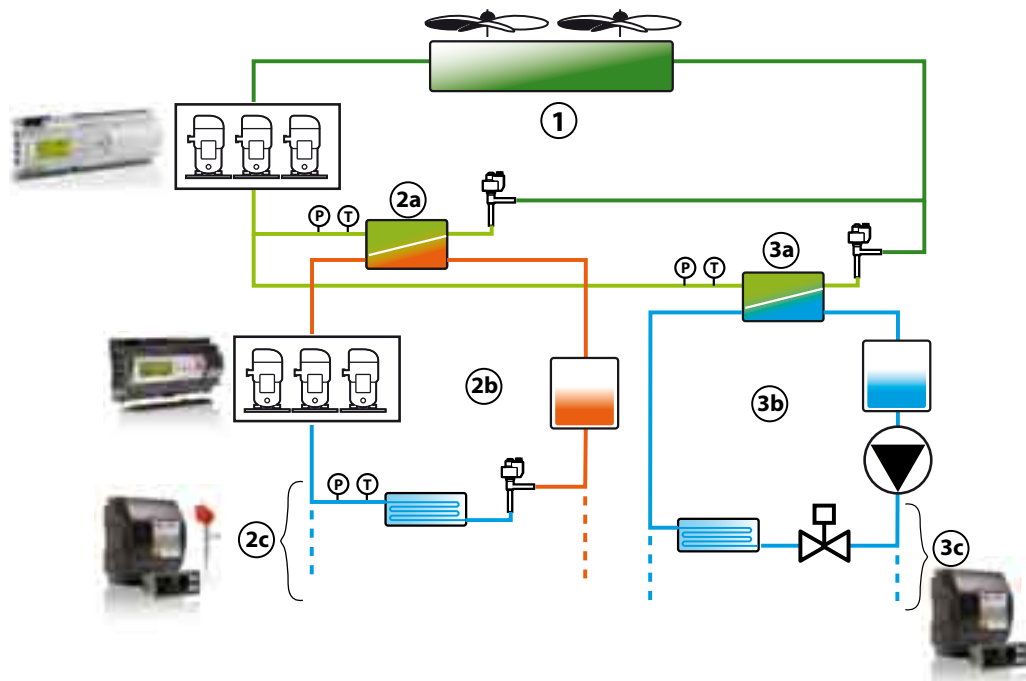
4. Sistemi ibridi

Le soluzioni viste sopra possono trovare applicazione contemporanea nello stesso punto vendita in base alle caratteristiche che ne favoriscano l'utilizzo in bassa o medio/alta temperatura.

I vantaggi sono gli stessi di un ciclo subcritico (basse pressioni ed elevata efficienza) unite a quelli di un ciclo pompato nelle utenze di media/alta temperatura (fluido a ridotto impatto ambientale).

Sono stati ad esempio realizzati impianti subcritici in cui un unico chiller condensa la CO₂ di due sistemi:

- R744 pompato per le utenze TN;
- R744 in cascata per le utenze BT.

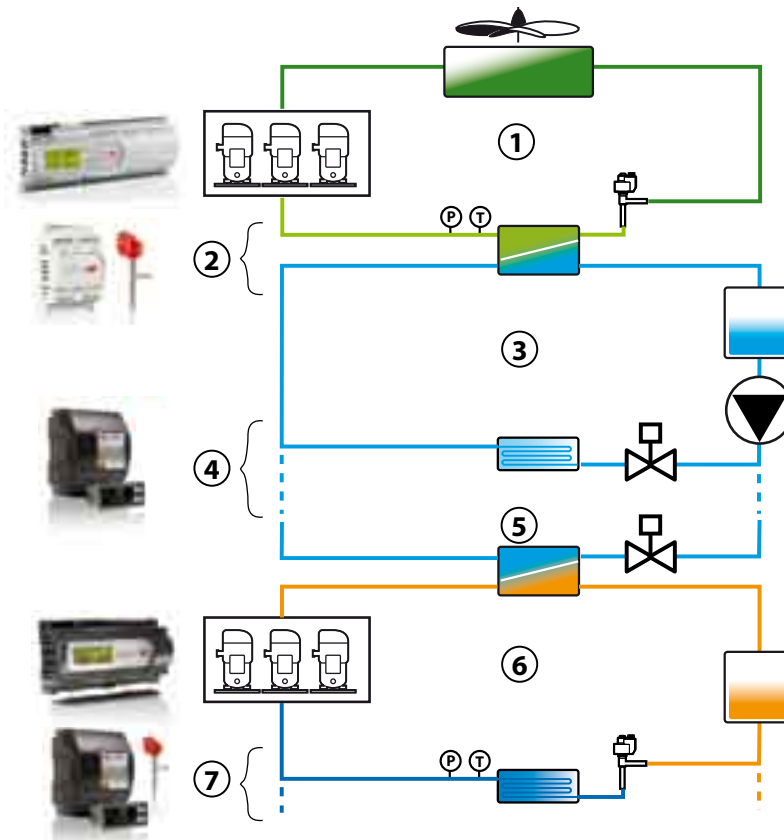


Legenda Fig. 5:

1	chiller R404a per il raffreddamento dei due scambiatori di calore:
2a	scambiatore R404a-CO ₂ in cascata;
3a	scambiatore R404a-CO ₂ pompato.
2b	impianto in cascata
2c	utenze BT
3b	impianto a CO ₂ pompato
3c	utenze TN

Fig. 5

Un'altra soluzione impiantistica affida ad un chiller il raffreddamento della soluzione glicolata pompata alle utenze TN. Lo stesso fluido condensa la CO₂ dell'impianto in cascata per le utenze BT.



Legenda Fig. 6:

1	chiller R404a per raffreddamento glicole (-10 °C)
2	evaporatore chiller raffreddamento glicole
3	impianto a glicole pompato per le utenze TN e per la condensazione CO ₂
4	utenze TN
5	scambiatore (condensatore) glicole/CO ₂
6	impianto in cascata a CO ₂
7	utenze BT

Fig. 6

CAREL retail sistema

PlantvisorPRO

L'innovativo sistema di monitoraggio e supervisione che integra in un'unica soluzione tutte le periferiche sul campo.

Consente una gestione avanzata e completamente configurabile di: allarmi, registrazione parametri di funzionamento delle varie periferiche, configurazione controllori sul campo, amministrazione utenti.

(rif. depliant cod. +302239350)



Comply with
HACCP
93/43/EU



Rack controller

La nostra linea top per la gestione completa delle centrali frigorifere.

Sono possibili diverse soluzioni a seconda della complessità della centrale con gestione modulare della sezione compressori o condensatori.

Compatibile con le più innovative modalità di risparmio energetico per l'ottimizzazione della pressione di condensazione ed evaporazione.

(rif. depliant cod. +302239390)



Soluzioni di controllo per chiller e condizionamento

Le nostre soluzioni basate sulla linea pCO sistema per il controllo di unità chiller con compressori ermetici o semiermetici anche a vite.

Anche in questo caso la proposta è flessibile in base alla complessità dell'unità ed è possibile anche la gestione di valvole di espansione elettronica integrata con i moduli EVD.

(rif. depliant cod. +302239450, +302239365, +302239360)



MPXPRO

La nuova soluzione CAREL per la gestione completa ed integrata per banchi e celle frigorifere.

Consente la gestione integrata delle valvole di espansione E²V e presenta innovative funzioni di risparmio energetico.

Innovative funzioni di backup consentono una maggiore affidabilità di gestione.

(rif. depliant cod. +302239430)



EVD*450 (E²V CAREL applicazioni retail) – EVD*420 (universale)

La soluzione CAREL consolidata per la gestione stand-alone delle valvole E²V ed integrabile in PlantvisorPRO. L'attivazione dalla regolazione è data da un semplice ingresso digitale consentendo l'applicazione nelle più diverse applicazioni.



E²V

La linea CAREL di valvole di espansione elettroniche proporzionali.

Sono compatibili con i refrigeranti più utilizzati in ambito retail e ovviamente con applicazioni CO₂.

Componente fondamentale per assicurare considerevoli risparmi energetici.

(rif. depliant cod. +302235240, +302235450; rif. case study cod. +402200000, +402200010 e +402200120)



Nota: per ulteriori informazioni e le possibili modalità di utilizzo fare riferimento alla relativa documentazione tecnica presente in www.carel.com.

The interest surrounding the use of carbon dioxide (CO₂ R744) in refrigeration systems derives from the need to reduce environmental pollution, especially as regards the formation of the hole in the ozone layer and the increase in the greenhouse effect.

The importance of these aspects is also a result of more than 160 countries signing up to "Kyoto Protocol", an international treaty on the environment.

The treaty obliges above all the industrialised countries to reduce polluting emissions (carbon dioxide and another five greenhouse gases) by no less than 5.2% below the 1990 levels (considered as the reference year), in the period from 2008 to 2012.

In addition to Kyoto, various countries also have enacted a series of directives and legislation whereby in the coming years all refrigerants with a high environmental impact will be gradually phased out.

From this point of view, two forms of pollution need to be considered:

1. direct, mainly due to refrigerant leaks released into the atmosphere;
2. indirect, due to the generation of energy for the operation of the systems.

The latter is therefore related to the energy efficiency of such systems.

The direct contribution involves two aspects: potential damage to the ozone layer and contribution to the greenhouse effect.

The refrigerant fluids that most minimise this direct contribution and should therefore be taken seriously into consideration are natural fluids (that is, already found in nature): hydrocarbons, ammonia and carbon dioxide.

The main problem involving the use of hydrocarbons is their flammability, and the related safety issues. For this reason, for now they are only used in applications that require an extremely limited refrigerant charge.

Ammonia features problems relating to its toxicity and its compatibility with certain materials - above all copper.

The properties of CO₂ as a fluid:

- natural;
- atoxic;
- non-flammable;
- compatible with the most commonly used materials.

make it a good alternative to the various refrigerants available on the market.

Indeed, many of the leading players in the retail and related businesses (**ASDA, M&S, Sainsbury's, Somerfield, Tesco, McDonald, The Coca-Cola Company, Unilever, Carlsberg, IKEA e PepsiCo** just to name a few) have established initiatives aimed at rapidly phasing out conventional synthetic refrigerants.

Consequently, it is important to respond to these market needs and promote the availability of solutions that both reduce direct (CO₂ as a refrigerant) and indirect emissions (guaranteeing high energy efficiency).

One feature of CO₂ is its low critical point (point where it changes from the liquid to the gas phase) of 31 °C. This characteristic means that to be able to transfer heat to an external environment with a temperature above around 28 °C, transcritical cycles need to be implemented (no condensation stage), and consequently at a **pressure that is quite a bit higher** than the usual values involved in commercial or industrial refrigeration.

Special attention and care should be paid to the design and optimisation of the refrigeration installation to avoid the risk of not fully exploiting the use of CO₂ for the reduction of indirect pollution (greenhouse effect).

In fact, despite the direct contribution being practically null, if the refrigeration cycles with CO₂ are less efficient than the traditional cycles, that is, have lower energy efficiency, the indirect contribution would increase.

Possible solutions

There are four main possible solutions for the use of CO₂ in refrigeration systems:

- 1. transcritical CO₂;
- 2. subcritical CO₂ ;
- 3. pumped CO₂ ;
- 4. hybrid systems.

1. Transcritical CO₂

Direct expansion system with the transfer of heat directly in the environment. Used for low temperature (LT) and medium/high (MT) temperature systems.

This is the simplest solution from the conceptual point of view.

The complications are due to the high pressure and the need to optimise the efficiency of the installation.

This solution foresees the use of a **gas cooler instead of the condenser**: this too is a refrigerant - air heat exchanger, however resistant to high pressures (design pressure 120 bars). This exchanger is used to ensure a $\Delta T (T_{out_GC} - T_{amb})$ that is lower than with an ordinary condenser, given the better heat exchange properties of CO₂ in transcritical conditions.

In transcritical conditions, for each outlet temperature from the gas cooler there is a pressure value that optimises the efficiency of the refrigeration system (see Fig. 1).

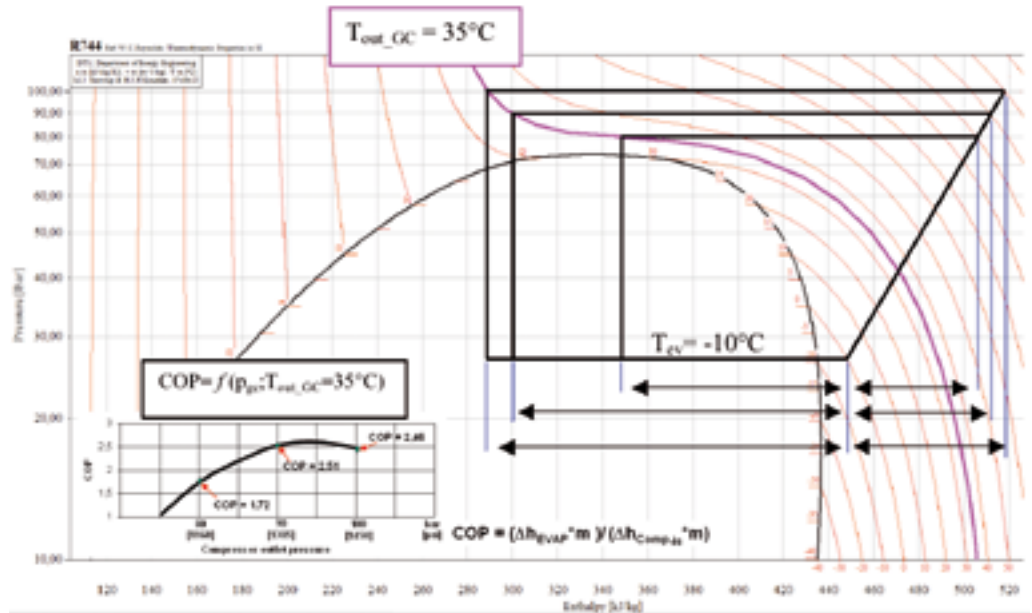
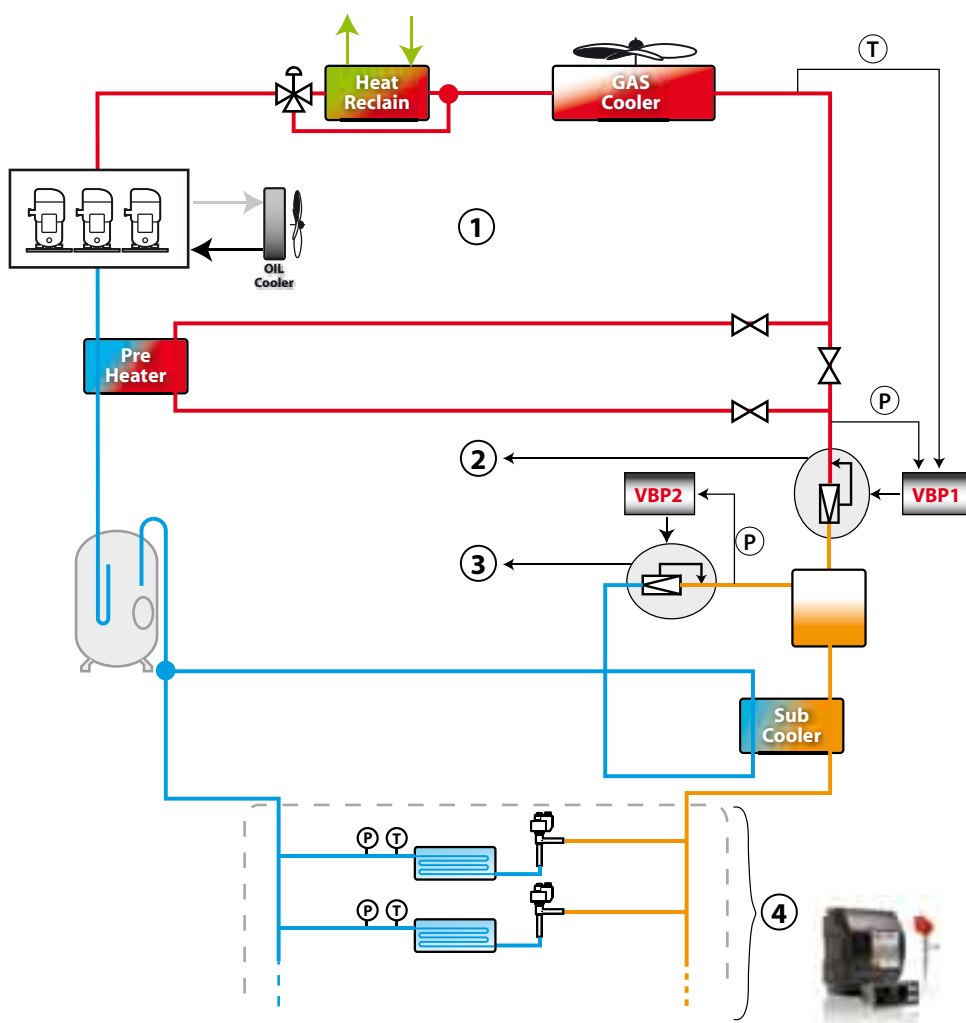


Fig. 1

Consequently, the **optimum pressure set point** for the gascooler section (corresponding to the condenser in a traditional cycle) is **variable and depends on the gascooler outlet temperature**. One of the solutions that optimises the efficiency of such systems is shown in the figure.



Key to Fig. 2:

1	CO ₂ compressor rack
2	back-pressure valve with variable opening to maintain a pressure upstream based on the gas cooler outlet temperature (VBP1)
3	back-pressure valve with variable opening to maintain the design pressure upstream (VBP2)
4	refrigeration utilities

Fig. 2

Compressor rack, Gascooler, Back-pressure valves (VBP1/VBP2) and controller (points 1, 2 and 3 Fig. 2)
The solution for these sections are currently being evaluated.

Display cabinet and cold rooms (CO₂) (point 4 Fig. 2)

- **MPXPRO or Mastercase** with EEV;
- other controller with EVD and EEV.

The probes to be used in this area are the same as for applications on R404a, excepting the pressure probes for controlling the EEV (significantly different operating pressure, check the probes with the most useful range based on the design).

2. Subcritical CO₂

Cascade system, used to maintain the cycle on CO₂ at the typical pressures used in traditional systems: around 26.5 to 35 barg condensing, corresponding to a saturated temperature of around -10 to 0 °C.

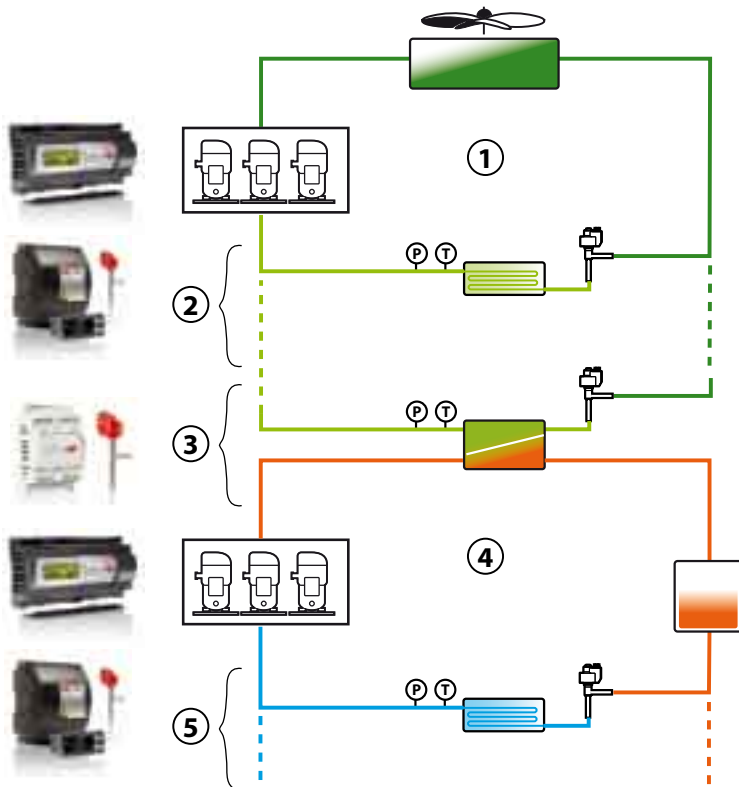
Normally used for LT utilities (low temperature).

To achieve lower pressure values in the condensing section, an **auxiliary cycle with traditional refrigerant** (e.g. R404a) or in any case operating at low pressure is sued.

As an example, this auxiliary circuit may exploit the same refrigerant circuit used for the high/medium temperature utilities in the sales point (evaporation at approx. -15 °C saturated).

As can be seen in the figure, these are **two refrigeration systems connected** with each other by one or more heat exchangers. For the medium/high temperature system these represent common evaporators in parallel to the other refrigeration utilities, while for the low temperature system (operating on CO₂) they represent the condenser.

These are usually plate exchangers in which the medium temperature fluid (e.g. R404a) that evaporates is injected and expanded by an EEV (e.g. E²V + EVD), while on the other side the CO₂ coming from the compressor discharge is condensed (typical set point at 28 barg around -8 °C).



Key to Fig. 3:

1	R404a compressor rack
2	MT utilities
3	LT condenser/condensers
4	CO ₂ compressor rack
5	LT utilities

Fig. 3

Functional references to the diagram shown above.

Medium/high temperature compressor rack (e.g. R404a) (point 1 Fig. 3)

- **μrack;**
- **pCO rack controller.**

Standard solutions and probes for traditional applications.

Medium/high temperature display cabinet and cold rooms (e.g. R404a) (point 2 Fig. 3)

- **MPXPRO** or **Mastercase** with **EEV**;
- other controller with **EVD** and **EEV**.

Standard solutions and probes for traditional applications.

Condensers in the low temperature system (CO₂) (point 3 Fig. 3)

In functional terms these correspond to the condensers/fans in a traditional compressor rack.

Usually fitted with **EVD + EEV** activated by digital input from the CO₂ compressor rack.

The EEV in this section must be carefully sized by the designer of the installation.

The capacities involved may require valves other than the E²V to be used in medium-large systems.

Application Note: Solutions for the use of CO₂ in commercial refrigeration

Low temperature compressor rack (CO₂) (point 4 Fig. 3)

- **μrack;**
- **pCO rack controller.**

The probes to be used in this area are the same as for applications on R404a, excepting the discharge pressure probe (operating pressure approx. 28 barg, recommended probes with a maximum pressure greater than 40 barg) and suction pressure probe (operating pressure approx. 15 barg, recommended probes with a maximum pressure greater than 20 barg).

Low temperature display cabinet and cold rooms (CO₂) (point 5 Fig. 3)

- **MPXPRO** or **Mastercase** with **EEV**;
- **other controller** with **EVD** and **EEV**.

The probes to be used in this area are the same as for applications on R404a, excepting the pressure probes for controlling the EEV (operating pressure approx. 15 barg, recommended probes with a maximum pressure greater than 20 barg).

3. Pumped CO₂

Similar to a water/glycol system in which the CO₂ is the fluid carrying the cooling energy. Normally used for MT utilities (high/medium temperature).

The liquid carbon dioxide is condensed by the evaporator in an auxiliary refrigerant circuit and supplies the evaporators on the utilities.

The CO₂ is circulated by a pump.

This solution has two advantages:

- the refrigeration cycle, taking place in a service room away from the utilities, can use toxic or flammable fluids, yet with no greenhouse effect, such as ammonia or hydrocarbons;
- compared to other carrier fluids in the liquid phase only CO₂ **requires less energy to be pumped** and **smaller diameter piping**, has better **heat exchange properties** and is more **economical**.

The CO₂ is always at temperatures near the evaporation temperature, and consequently not particularly high pressure (around 30 bars).

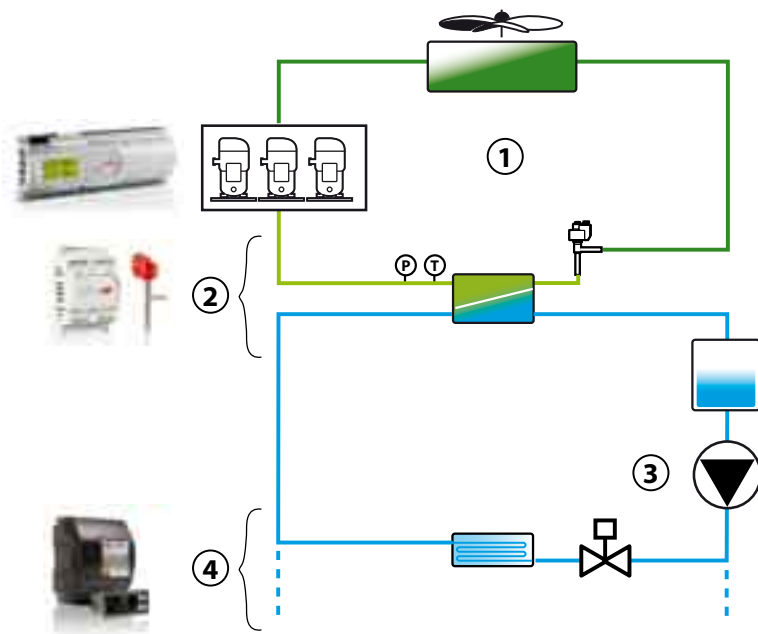


Fig. 4

Key to Fig. 4:

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1 | R404a chiller |
| 2 | chiller/ CO ₂ exchanger |
| 3 | CO ₂ pump |
| 4 | MT utilities |

Low temperature chiller (evaporation approx. -15 °C) (point 1 and 2 Fig. 4)

Standard CAREL solution for low temperature process chillers (e.g. water/glycol mix) with electronic expansion valve control by **EVD** module.

Medium/high temperature display cabinet and cold rooms (point 4 Fig. 4)

- **MPXPRO** (without **EEV**);
- **other controller** (e.g. ir33).

Standard solutions and probes for traditional water/glycol applications.

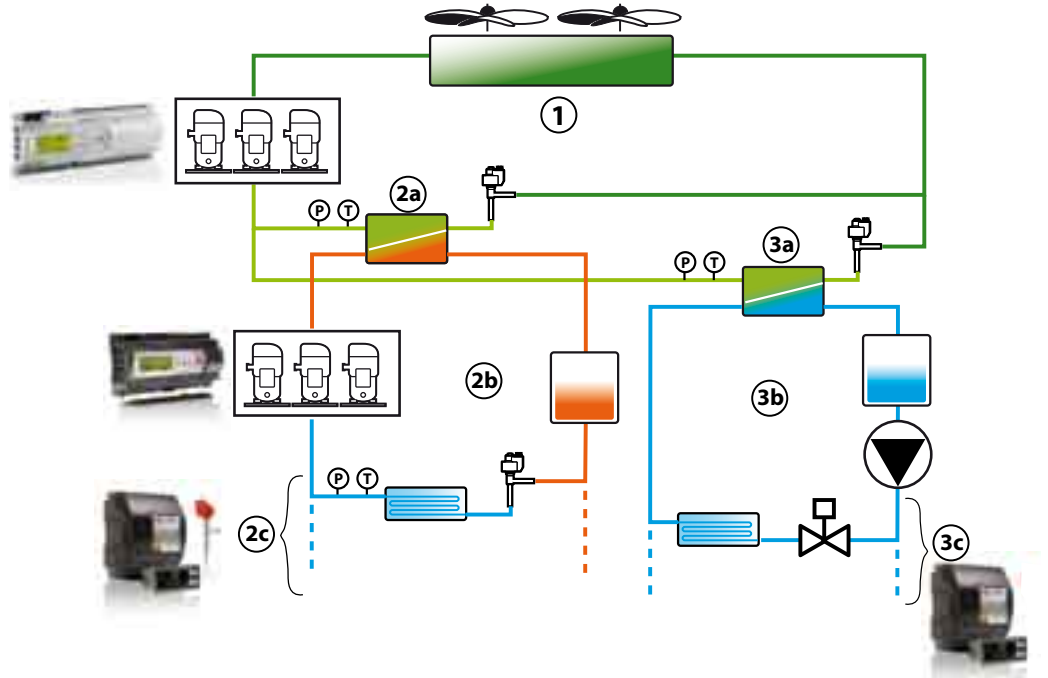
4. Hybrid systems

The solutions seen above can be used together in the same sales point, based on the features that support their use in low or medium/high temperature utilities.

The advantages are the same as for a subcritical cycle (low pressure and high efficiency), combined with those relating to a pumped cycle in the medium/high temperature utilities (fluid with a reduced environmental impact).

For example, subcritical systems have been developed in which just one chiller condenses the CO₂ in two systems:

- Pumped R744 for the MT utilities;
- R744 in cascade for the LT utilities.

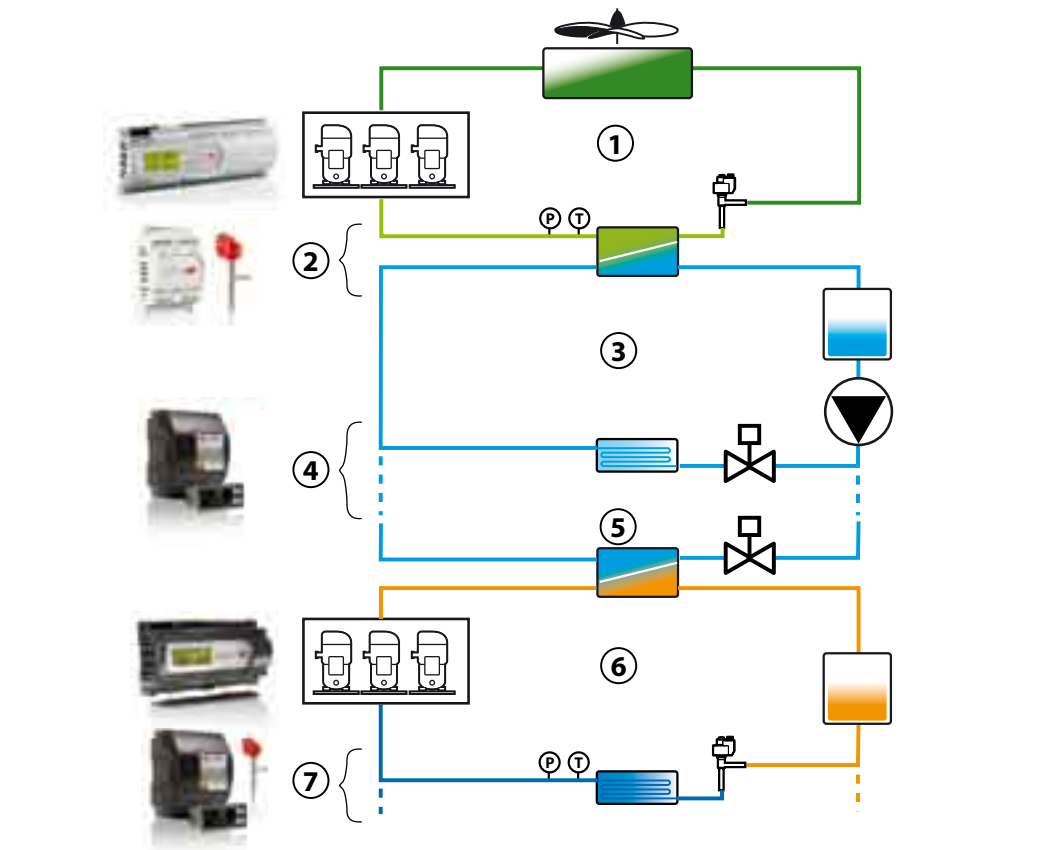


Key to Fig. 5:

1	R404a chiller for cooling the two heat exchangers:
2a	R404a-CO ₂ exchanger in cascade system;
3a	R404a-CO ₂ exchanger in pumped system.
2b	cascade system
2c	LT utilities
3b	Pumped CO ₂ system
3c	MT utilities

Fig. 5

Another solution sees the chiller used to cool the glycol solution pumped to the MT utilities. The same fluid condensed the CO₂ in the cascade system for the LT utilities.



Key to Fig. 6:

1	R404a chiller for cooling glycol (-10 °C)
2	glycol chiller evaporator
3	pumped glycol system for the MT utilities and condensing the CO ₂
4	MT utilities
5	glycol/CO ₂ exchanger (condenser)
6	CO ₂ cascade system
7	LT utilities

CAREL retail sistema

PlantvisorPRO

The innovative monitoring and supervision system that integrates all peripherals in the field into just one solution.

Advanced and completely configurable management of: alarms, operating parameters of the various peripherals, configuration of the controllers in the field, user administration.

(ref. brochure code +302239350)



Comply with
HACCP
93/43/EU



Rack controller

Our top-of-the-range for the complete management of compressor racks.

Different solutions are available depending on the complexity of the compressor rack, with modular management of the compressors or condensers.

Compatible with the most innovative energy saving modes for the optimisation of the condensing and evaporation pressure.

(ref. brochure code +302239390)



Control solutions for chillers and air-conditioning units

Our solutions based on the pCO sistema for the control of chillers with hermetic, semi-hermetic and screw compressors.

In this case too, the proposal is flexible based on the complexity of the unit, and also allows the management of integrated electronic expansion valves with the EVD modules.

(ref. brochure code +302239450, +302239365, +302239360)



MPXPRO

The new CAREL solution for the complete and integrated management of showcases and cold rooms.

Integrated management of the E²V expansion valve plus innovative energy saving functions.

Innovative backup functions for greater operating reliability.

(ref. brochure code +302239430)



EVD*450 (E²V CAREL retail applications) – EVD*420 (universal)

The consolidated CAREL solution for the management of E²V valves, either stand-alone or integrated into PlantVisorPRO.

Control is activated by a simple digital input, allowing use in various different applications.



E²V

The CAREL line of proportional electronic expansion valves.

Compatible with the most commonly used refrigerants in the retail context and obviously with CO₂ applications.

Fundamental component to ensure significant energy saving.

(ref. brochure code +302235240, +302235450; ref. case study code +402200000, +402200010 and +402200120)



Note: for further information and possible operating modes, see the corresponding technical documents at www.carel.com.

Headquarters

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

Subsidiaries

CAREL Australia Pty Ltd
www.carel.com.au
sales@carel.com.au

CAREL China Ltd.
www.carelhk.com
info@carelhk.com

CAREL Deutschland GmbH
www.carel.de
info@carel.de

CAREL Export
www.carel.com
carelexport@carel.com

CAREL France Sas
www.carelfrance.fr
carelfrance@carelfrance.fr

CAREL Italia
www.carel.com
carelitalia@carel.com

CAREL Ibérica
Automatización y Control ATROL S.L.
www.carel.es
atrol@atrol.es

CAREL Sud America Ltda.
www.carel.com.br
carelsudamerica@carel.com.br

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

CAREL USA L.L.C.
www.carelusa.com
sales@carelusa.com

Affiliates:

CAREL Korea Co. Ltd.
www.carel.co.kr
info@carel.co.kr

CAREL (Thailand) Co. Ltd.
www.carel.co.th
info@carel.co.th

CAREL Turkey
CFM Sogutma ve Otomasyon San. Tic. LTD
www.carel.com.tr
info@cfmsogutma.com