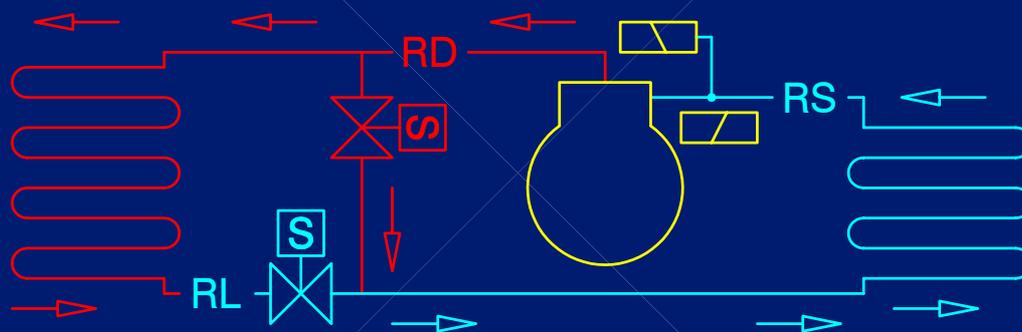


MICHELETTI IMPIANTI

doc D133V1

Metodo di refrigerazione



Metodo di refrigerazione ReFreeX™

1. Sommario

1. Sommario
2. Introduzione
 - 2.1. Cosa è ReFreeX™?
 - 2.2. Cosa c'è di nuovo?
 - 2.3. Principali vantaggi
 - 2.4. Dove si applica?
3. L'impianto di refrigerazione tradizionale
 - 3.1. Il circuito frigorifero tradizionale
 - 3.2. La valvola di espansione meccanica
 - 3.3. Limiti della valvola di espansione meccanica
 - 3.4. La valvola di espansione elettronica
 - 3.5. Limiti della valvola di espansione elettronica
4. Il metodo di refrigerazione ReFreeX™
 - 4.1. Il circuito
 - 4.2. La refrigerazione
 - 4.3. Lo sbrinamento
 - 4.4. Il test ideale
 - 4.5. Esempi di applicazione
5. I vantaggi di ReFreeX™
 - 5.1. L'ambiente
 - 5.2. Affidabilità
 - 5.3. Manutenzione
 - 5.4. Flessibilità
6. Brevetti e contatti
 - 6.1. Brevetti
 - 6.2. Contatti

2. Introduzione

2.1. Cosa è ReFreeX™?

È un nuovo e migliorativo metodo di refrigerazione.

2.2. Cosa c'è di nuovo?

- l'espansione avviene nella tubazione stessa – senza valvola termostatica – senza capillare
- l'alimentazione del liquido all'evaporatore è controllata mediante le pulsazioni di una valvola solenoide
- Il gas caldo per lo sbrinamento entra nell'evaporatore attraverso il distributore senza ulteriori tubazioni.

2.3. Principali vantaggi

- carica di refrigerante ridotta dell'80%
- assenza del ricevitore di liquido ed esenzione dalla normativa PED (97/23/EC)
- riduzione dei consumi invernali
- controllo digitale completo.

2.4. Dove si applica?

- per le celle frigorifere
- per i refrigeratori d'acqua
- per pompe di calore
- per qualsiasi impianto di refrigerazione che richieda l'uso di valvola d'espansione termostatica.

3. L'impianto di refrigerazione tradizionale

3.1. Il circuito frigorifero tradizionale

Tipicamente, un sistema di refrigerazione ad espansione secca è composto da un compressore, una batteria condensante e una batteria evaporante. Il vapore refrigerante viene compresso ad alta pressione dal compressore e inviato nel condensatore dove viene condensato sotto forma di liquido ad alta pressione. Tra il condensatore e l'evaporatore viene interposta una valvola di espansione in modo che il liquido refrigerante ad alta pressione, proveniente dal condensatore, possa espandersi adiabaticamente prima di entrare nell'evaporatore. Nell'evaporatore, il refrigerante a bassa pressione assorbe il calore dall'ambiente e si trasforma in vapore che viene rimandato, attraverso la linea aspirante, all'ingresso del compressore.

3.2. La valvola di espansione meccanica

In molti impianti di refrigerazione tradizionali, la valvola di espansione è rappresentata da una cosiddetta valvola termostatica di espansione. La comune valvola termostatica di espansione, come la valvola Danfoss TE2, ha nell'interno un corpo di espansione con un orificio limitatore e un otturatore per regolare il flusso del refrigerante attraverso il corpo di espansione. Una molla costringe l'otturatore verso la sua posizione di chiusura. La valvola è munita anche di un diaframma attuatore. Una faccia del diaframma è in comunicazione diretta con la pressione di aspirazione mentre l'altra faccia è in comunicazione, attraverso un tubo capillare, con un bulbo termostatico che rileva per contatto la temperatura del vapore refrigerante all'uscita dell'evaporatore. Il bulbo è caricato con un idoneo fluido volatile (per esempio un fluido refrigerante) ed è quindi in grado di esercitare una pressione sull'otturatore della valvola, mediante il diaframma attuatore, contrastando sia la forza della molla sia la pressione del gas di aspirazione. Se il bulbo termostatico rileva un aumento di temperatura del gas di aspirazione (rispetto alla pressione corrispondente), la forza esercitata sul diaframma attuatore aumenta proporzionalmente determinando una maggiore apertura della valvola e un conseguente aumento del flusso di refrigerante attraverso l'evaporatore e questo produce una diminuzione della temperatura di aspirazione. Se il bulbo termostatico invece rileva una diminuzione di temperatura del gas di aspirazione (rispetto alla pressione corrispondente), la forza esercitata sul diaframma attuatore diminuisce proporzionalmente consentendo alla molla di chiudere parzialmente la valvola e ridurre così il flusso di refrigerante attraverso l'evaporatore e questo produce un aumento della temperatura di aspirazione. In questo senso la valvola di espansione regola il surriscaldamento all'uscita dell'evaporatore, intendendo come surriscaldamento la differenza di temperatura tra il vapore refrigerante e un vapore saturo dello stesso refrigerante alla stessa pressione.

3.3. Limiti della valvola di espansione meccanica

La comune valvola di espansione ha normalmente le seguenti limitazioni.

- A. Per ottenere il massimo della resa di un evaporatore, sarebbe auspicabile un surriscaldamento del refrigerante, all'uscita dell'evaporatore, vicino allo zero. Invece la comune valvola di espansione non è normalmente in grado di regolare efficacemente con meno di 4 / 6 K di surriscaldamento e questo comporta una perdita da un 5 fino a un 10% della capacità dell'evaporatore.
- B. Quando il flusso di refrigerante attraverso la valvola è di circa il 50% al di sotto la sua capacità massima, la valvola comincia a pendolare tra una eccessiva apertura e una eccessiva chiusura, comportando una riduzione di efficienza del sistema di refrigerazione e il pericolo di ritorni di liquido al compressore. Normalmente, per evitare questa pendolazione, viene scelta una valvola con una capacità massima ridotta, ma così facendo il sistema di refrigerazione non può rendere il massimo della sua capacità ed efficienza in ogni condizione di funzionamento.
- C. In un comune sistema di refrigerazione con condensazione ad aria, durante l'inverno la pressione di condensazione scende riducendo così la capacità del flusso di refrigerante nella valvola al di sotto di limiti accettabili. La soluzione più comune è quella di limitare, durante l'inverno, il flusso d'aria al condensatore spegnendo alcuni ventilatori per mantenere la pressione del refrigerante all'uscita del condensatore non inferiore a 8 / 10 bar. Potendo invece lavorare con una pressione di condensazione inferiore a questi valori il sistema di refrigerazione avrebbe un rendimento maggiore e un consumo energetico ridotto, ma questa condizione non è ottenibile a causa dei suddetti limiti della valvola termostatica.
- D. La fase gassosa del refrigerante all'ingresso della valvola di espansione limita il flusso attraverso l'orificio regolatore perché questo è normalmente calcolato per la fase completamente liquida del refrigerante. Per evitare questa limitazione, la tubazione di collegamento tra il condensatore e la valvola viene abbondantemente sovradimensionata e quindi la quantità di refrigerante presente nel sistema risulta maggiore di quanto sarebbe altrimenti necessario. Spesso tra il condensatore e la valvola di espansione viene installato anche un ricevitore di liquido. Il refrigerante aggiunto nel ricevitore di liquido compensa le variazioni nelle diverse condizioni di funzionamento del sistema. L'uso di un ricevitore per la compensazione comporta un ulteriore aumento della quantità totale di refrigerante. Inoltre la presenza di un ricevitore, quando supera una certa capacità, comporta l'assoggettamento ad alcune regole quali la 97/23/EC della Comunità Europea (nota anche come PED).
- E. Una pressione più bassa nel condensatore durante il funzionamento invernale, richiede di norma una maggior quantità di refrigerante nel sistema per evitare che una certa quantità di refrigerante in fase gassosa venga inviata

alla valvola. Ossia la pressione nel condensatore deve essere mantenuta oltre un certo valore oppure si deve caricare nell'impianto una maggiore quantità di refrigerante.

3.4. La valvola di espansione elettronica

È stata proposta una valvola di espansione con controllo elettronico.

Nel brevetto US nr. 4,459,819 è rivendicata e descritta una semplice solenoide con un orificio regolatore incorporato "per strozzare il flusso del refrigerante". Questa solenoide viene attivata e disattivata con impulsi periodici per controllare il flusso del refrigerante in risposta al surriscaldamento del refrigerante stesso in uscita dall'evaporatore.

La valvola Danfoss AKV ha un concetto simile al brevetto US nr. 4,459,819. Si tratta di una valvola solenoide con un orificio regolatore incorporato che viene attivata con impulsi ogni 6 secondi e disattivata dopo un tempo adeguato, calcolato da un controllore elettronico proporzionale - integrale - differenziale.

3.5. Limiti della valvola di espansione elettronica

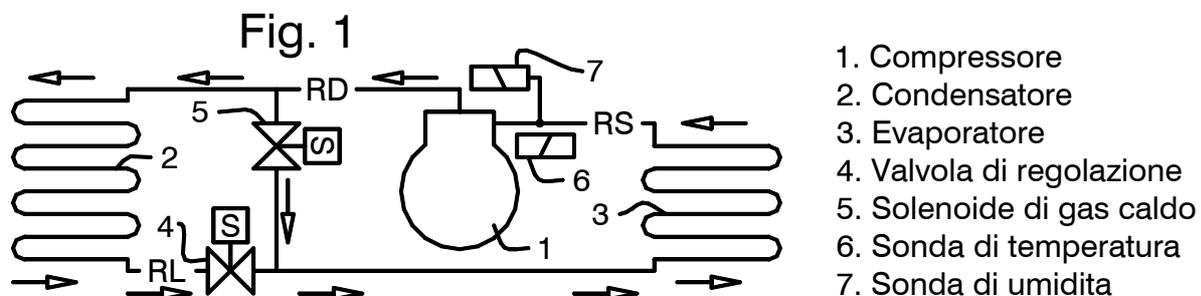
In tutte queste valvole il refrigerante liquido arriva all'ingresso della valvola ed espande quando passa attraverso la valvola. Così queste valvole a controllo elettronico riproducono la funzione della valvola di espansione tradizionale, migliorando la precisione nella regolazione del surriscaldamento e aumentando la scelta della capacità di flusso rispetto alla valvola di espansione tradizionale. Queste valvole a controllo elettronico risolvono le limitazioni indicate ai punti A, B e C, ma non quelle indicate ai punti D e E.

C'è un grosso stimolo a ridurre la quantità di refrigerante perché il comune refrigerante HFC causa l'effetto serra, inoltre l'eliminazione o la riduzione del ricevitore di liquido sarebbe spesso auspicabile per non ricadere sotto la normativa 97/23/EC e simili. Tuttavia i comuni sistemi di refrigerazione non risolvono ancora queste preoccupazioni. Finora la necessità di alimentare la valvola d'espansione con refrigerante completamente liquido, unitamente alla caduta di pressione attraverso detta valvola, comporta una tubazione largamente dimensionata tra il condensatore e la valvola, una grande quantità di refrigerante e spesso anche l'uso di un ricevitore di liquido. D'altra parte, la contemporaneità della funzione d'espansione e del controllo del flusso nella stessa valvola ha impedito di trovare una soluzione alle limitazioni sopra indicate ai punti D e E.

4. Il metodo di refrigerazione ReFreeX™

4.1. Il circuito

Nella fig.1, è indicato in forma schematica un sistema di refrigerazione ReFreeX™ applicato ad una cella frigorifera.



Il refrigerante sarà preferibilmente un HFC tipo R134a.

Un controllore elettronico con microprocessore utilizza le informazioni delle sonde per calcolare il surriscaldamento del refrigerante all'ingresso del compressore.

La sonda di pressione è connessa alla presa di bassa pressione del compressore e la sonda di temperatura è a contatto della tubazione aspirante vicino al compressore.

La valvola solenoide di regolazione è una semplice valvola solenoide on - off, tipo una Danfoss modello EVR.

4.2. La refrigerazione

Durante la refrigerazione la valvola solenoide del gas caldo rimane chiusa e il surriscaldamento desiderato viene controllato aprendo e chiudendo la valvola solenoide di regolazione.

Per ottenere il surriscaldamento voluto, la valvola di regolazione si apre regolarmente, a intervalli programmabili a piacere di circa 10 secondi e rimane aperta per un tempo variabile da 0 a 10 secondi (tempo di apertura). Quando il sistema di refrigerazione viene avviato per la prima volta, il tempo di apertura è settato su un intervallo programmabile a piacere di circa 2 secondi, poi il tempo di apertura viene progressivamente e automaticamente aumentato o diminuito per regolare il surriscaldamento, preferibilmente con un sistema di controllo proporzionale - integrale - differenziale.

4.3. Lo sbrinamento

Durante lo sbrinamento la valvola di regolazione rimane chiusa e si apre la valvola del gas caldo, il compressore va in moto e invia il gas caldo direttamente nell'evaporatore, senza scavalcare il distributore.

Durante lo sbrinamento, non essendo installato un ricevitore di liquido, il refrigerante liquido si accumula nel condensatore che viene parzialmente allagato, questo allagamento provoca un innalzamento della pressione di condensazione che aiuta il fluido refrigerante a vincere la naturale perdita di carico del circuito.

4.4. Il test ideale

A prima vista, specialmente per chi ha una lunga esperienza di impianti frigoriferi con valvola termostatica, non è chiaro se questo sistema possa refrigerare efficacemente e vi è anche una certa difficoltà nel dimensionare i componenti.

Questo test, immaginato in condizioni ideali (immaginarie), può aiutare a chiarire la questione.

Immaginiamo di costruire un impianto di refrigerazione per una cella frigorifera e di dimensionare i componenti come segue

- Valvola di regolazione: sovradimensionata per avere una trascurabile perdita di carico
- Linea liquida dal condensatore all'evaporatore: di una dimensione scelta a caso
- Ogni altro componente: secondo il metodo tradizionale

Immaginiamo di fissare (idealmente) la pressione di condensazione e la temperatura della cella ai valori di funzionamento desiderati.

Supponiamo inoltre di richiedere un valore *ohw* di surriscaldamento del refrigerante all'ingresso del compressore, valore che qui chiameremo *oh*.

Immaginiamo ora di caricare gradualmente il refrigerante nel sistema, mantenendo aperta la valvola, finché *oh* scende al valore *ohw*. Sono possibili tre casi:

L- la linea liquida è così piccola che dal condensatore comincia ad uscire del refrigerante completamente liquido, ma la perdita di carico nella linea liquida è così alta che *oh* rimane più alto di *ohw*. Continuando a caricare refrigerante, semplicemente si allagherà il condensatore con scarso miglioramento del surriscaldamento.

L0 La linea liquida è dimensionata perfettamente, così, quando dal condensatore comincia ad uscire refrigerante completamente liquido, *oh* è esattamente *ohw*. La capacità e l'efficienza del sistema refrigerante sono quelle richieste.

L+ La linea liquida è così grande che, prima che cominci ad uscire refrigerante completamente liquido dal condensatore, *oh* è già uguale a *ohw*. Così una parte del refrigerante in uscita dal condensatore è gassosa, quindi la capacità e l'efficienza del sistema refrigerante è ridotta in quanto una parte del gas non viene sfruttata per l'evaporazione durante il ciclo frigorifero. Se l'efficienza è lo scopo principale, si può aumentare la quantità di refrigerante fino a che dal condensatore comincia ad uscire refrigerante completamente liquido, lasciando pulsare la valvola di regolazione in apertura e chiusura per ridurre il flusso e mantenere il surriscaldamento desiderato. Comunque, in un comune sistema di refrigerazione la densità della fase gassosa del refrigerante è così piccola in confronto alla fase liquida, che può essere tollerato anche un rilevante volume di gas all'uscita del condensatore.

Conoscendo la lunghezza della tubazione e calcolando la caduta di pressione si può dimensionare la linea liquida come nel caso L0. Questo calcolo è però impossibile se non si conosce prima la lunghezza della tubazione, così come avviene nell'installazione di una cella frigorifera dove la posizione del compressore, del condensatore e dell'evaporatore viene decisa sul posto durante l'installazione. Per superare questa difficoltà la linea liquida può essere sovradimensionata con un margine di sicurezza come nel caso L+.

Nel reale funzionamento di un sistema di refrigerazione, la caduta di pressione nella tubazione tra condensatore ed evaporatore potrebbe essere inferiore a quella richiesta e, se la valvola di regolazione fosse completamente aperta, questo comporterebbe una eccessiva alimentazione di refrigerante all'evaporatore e un surriscaldamento troppo basso. Per questa ragione la valvola di regolazione viene fatta pulsare in apertura e chiusura per limitare il flusso e mantenere il surriscaldamento desiderato. Una valvola di regolazione più grande ha una minore caduta di pressione, quando è completamente aperta e ciò permette una maggior perdita di carico nella linea liquida, riducendo di conseguenza la quantità di refrigerante. Quindi il dimensionamento della valvola è condizionato dal costo e da ragioni pratiche. La comune valvola solenoide on-off senza orificio limitatore (come la Danfoss EVR), utilizzata come valvola regolatrice, ha il vantaggio della semplicità, dell'affidabilità e di un minor costo rispetto ad altre valvole più sofisticate.

La principale funzione della valvola è quella di regolare il flusso del refrigerante per ottenere le condizioni di funzionamento desiderate in un sistema di refrigerazione. La dimensione della valvola potrebbe anche essere diminuita per effettuare lei stessa una parte dell'espansione, ma questo non è consigliabile perché comporterebbe una caduta di pressione nella valvola e ridurrebbe la possibilità di una caduta di pressione accettabile nella linea liquida, facendo aumentare di conseguenza la quantità necessaria di refrigerante.

4.5. Esempi di applicazione

Misure esterne			Isolazione cella			Volume	Merce	Temp	Temp	Pot.	Refrigerante	
Lung.	Larg.	Altezza	Pareti	Soffitto	Pav.	esterno		cella	esterna	imp.	tipo	totale
m	m	m	cm	cm	cm	m ³		°C	°C	hp		kg
23,90	10,36	7,76	20	20	12	1 921	surgelati	- 25	35	60	R404A	7,0
16,04	10,00	3,58	8	8	-	574	latticini	2	35	10	R134a	2,5

Gli esempi qui sopra mostrano delle applicazioni in comuni celle frigorifere e la quantità totale di refrigerante necessario al loro funzionamento

5. I vantaggi di ReFreeX™

5.1. L'ambiente

- carica di refrigerante ridotta dell'80% e quindi riduzione dell'effetto serra
- meno olio lubrificante grazie alla riduzione del refrigerante
- ridotti spessori del metallo per le tubazioni grazie alla non applicabilità della normativa PED (97/23/EC)
- ridotti consumi invernali

5.2. Affidabilità

- minimo numero di componenti
- sicurezza dello sbrinamento a gas caldo
- bassa carica di refrigerante e di olio

5.3. Manutenzione

- controllo completamente digitale
- ampio sistema di allarmi
- monitoraggio a distanza con un PC locale o remoto
- impostazioni da un PC locale o remoto

5.4. Flessibilità

- facile conversione da un tipo di refrigerante ad un altro
- utilizzo dello stesso impianto in una vasta gamma di temperature interne ed esterne

6. Brevetti e contatti

6.1. Brevetti

Brevetto europeo in fase istruttoria con numero 04425426.6.
Brevetto USA già richiesto e in attesa di rilascio.

6.2. Contatti

Contattare:

Micheletti Impianti
C.ne Appia, 33
00179 Roma
Italia

www.micheletti.org

Mr. Emidio Barsanti
Tel. nr. +39 06 7883363
Fax nr. +39 06 789716
E-mail Emidio.Barsanti@micheletti.org