



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102008901683385
Data Deposito	02/12/2008
Data Pubblicazione	02/06/2010

Classifiche IPC

Titolo

PROCEDIMENTO OTTIMIZZATO DI COMANDO DI UNA VALVOLA TERMOSTATICA
MOTORIZZATA DI UNA MACCHINA FRIGORIFERA DOTATA DI UN COMPRESSORE A
POMPAGGIO CICLICO, E DISPOSITIVO DI COMANDO CHE LO ATTUA

PROCEDIMENTO OTTIMIZZATO DI COMANDO DI UNA VALVOLA TERMOSTATICA MOTORIZZATA DI UNA MACCHINA FRIGORIFERA DOTATA DI UN COMPRESSORE A POMPAGGIO CICLICO, E DISPOSITIVO DI COMANDO CHE LO ATTUA

DESCRIZIONE

Il presente trovato ha per oggetto un procedimento ottimizzato di comando di una valvola termostatica motorizzata di una macchina frigorifera dotata di un compressore a pompaggio ciclico, ed un dispositivo di comando che lo attua.

In una macchina a ciclo frigorifero sono oggigiorno noti i vantaggi dell'impiego di un compressore che adegua la potenza di compressione erogata al carico termico di refrigerazione istantaneamente richiesto dall'utilizzazione.

Tra questi vantaggi certamente è apprezzata la stabilità del processo e la migliore efficienza energetica conseguita rispetto ad una macchina con compressore a velocità fissa con funzionamento attacca/stacca.

Generalmente è condivisa l'assunzione secondo la quale non risulta tecnicamente realizzabile il pilotaggio attacca/stacca di un normale compressore a velocità fissa con cicli troppo

frequenti, ad esempio più frequenti di 6-10 cicli ogni ora.

Tale assunzione si basa su considerazioni relative al fatto che per cicli troppo frequenti le sollecitazioni meccaniche alle quali sono soggette le componenti della macchina sono eccessivamente intense per garantirne una apprezzabile durata di vita.

Inoltre, per cicli troppo frequenti si ha un surriscaldamento del motore, causato da spunti ravvicinati a tutto svantaggio della sua durata.

Per l'adeguamento della capacità frigorifera al carico effettivo richiesto è oggi noto l'uso di compressori parzializzabili oppure di compressori regolabili in velocità mediante inverter.

Un'ulteriore soluzione nota consiste in compressori frigoriferi con funzionamento a pompaggio ciclico.

In questi, il motore viene mantenuto stabilmente in moto mentre un dispositivo pneumatico pilotato da una valvola a solenoide consente di attivare o disattivare l'azione di compressione.

In particolare, durante un intervallo di riferimento temporale t_c , che secondo le

specifiche è generalmente compreso tra i 13 secondi ed i 30 secondi, l'azione di pompaggio è presente in un tempo di attività t_a , frazione dell'intervallo di tempo t_c , modulabile tra un tempo minimo t_{am} , in genere di 2 secondi, ed un tempo massimo pari a t_c , a seconda della potenza frigorifera richiesta dall'utilizzazione.

Infatti, modulando il tempo di attività t_a del compressore, si consegue una modulazione della potenza frigorifera che è quindi, in percentuale rispetto alla massima erogabile, è variabile approssimativamente tra t_{am}/t_c e $t_c/t_c = 100\%$.

Il tempo di inattività t_i del compressore, durante l'intervallo di riferimento t_c è evidentemente $t_i = t_c - t_a$.

Tali macchine frigorifere con compressori a pompaggio ciclico presentano però aspetti perfettibili.

Un'esigenza diffusa nell'ambito di queste macchine consiste infatti nel comandare l'organo di laminazione, comunemente detto valvola termostatica, perchè dosi la quantità corretta di refrigerante immesso nell'evaporatore, in modo da sfruttarne la massima parte della superficie di

scambio, garantendo nel contempo il cambio di stato di tutto il refrigerante immesso.

In tal modo infatti è evitato che eventuali frazioni di refrigerante, ancora allo stato liquido, vengano trascinate all'aspirazione del compressore danneggiandolo e causando perdite di efficienza.

In un circuito ad espansione secca tale comando si basa sul valore del surriscaldamento SH definito come la differenza tra la temperatura di surriscaldamento T_{sh} , ossia la temperatura del vapore surriscaldato all'uscita dell'evaporatore, e la sua temperatura di saturazione T_{se} , alla quale effettivamente avviene il cambio di stato del refrigerante.

Il comando della valvola termostatica, per ottenere un corretto dosaggio del refrigerante nell'evaporatore, è volto ad ottenere un'ottimizzazione del valore del surriscaldamento del vapore in uscita dall'evaporatore, ed è quindi basato sul mantenere un ottimale valore della differenza SH.

Infatti, un basso valore di SH denuncia un surriscaldamento insufficiente che indica la

possibilità di una presenza di frazioni liquide all'uscita dell'evaporatore, mentre un elevato valore di SH segnala che un'eccessiva porzione della superficie dello scambiatore viene sottratta all'effetto utile.

Le valvole termostatiche oggi note sono principalmente di due tipi auto-azionate e motorizzate.

Nelle valvole auto-azionate, o valvole termostatiche meccaniche, l'azionamento dell'otturatore è ottenuto tramite una membrana sulle opposte facce della quale agiscono la pressione di saturazione P_{se} , il cui rilevamento è eseguito tramite una presa diretta della pressione all'uscita dell'evaporatore, e la pressione di surriscaldamento P_{sh} , corrispondente alla temperatura di surriscaldamento T_{sh} , generata all'interno di un bulbo sigillato contenente un fluido bifase e termicamente collegato alla tubazione di uscita dall'evaporatore.

La posizione della membrana, e quindi dell'otturatore, è determinata dalla differenza tra tali due pressioni.

Le valvole termostatiche motorizzate elettroniche

presentano un dispositivo di comando della posizione dell'otturatore, tramite un motore elettrico passo-passo pilotato da un dispositivo elettronico, sulla base del segnale di temperatura di surriscaldamento T_{sh} , fornito da un sensore elettronico, e di pressione di saturazione P_{se} convertita elettronicamente in temperatura di saturazione T_{se} , rilevate all'uscita dell'evaporatore.

In ambedue i dispositivi il segnale di pressione di saturazione P_{se} segue istantaneamente il valore effettivo mentre la rilevazione della temperatura di surriscaldamento T_{sh} è affetta da ritardi di misura rispetto al valore reale, dipendenti dalla costante termica del sensore, che è dell'ordine di numerosi secondi.

Per la maggiore inerzia del sensore di temperatura questi ritardi sono più accentuati nelle valvole auto azionate che nelle valvole motorizzate.

Tale disomogeneità di corrispondenza delle grandezze misurate induce come noto un'instabilità del comando della valvola termostatica.

Circostanza esemplare di funzionamento instabile è l'avviamento del compressore, durante il quale la

misura di pressione di saturazione P_{se} decresce rapidamente per effetto della depressione generata dal compressore mentre la misura della temperatura di surriscaldamento T_{sh} varia più lentamente.

Analogo comportamento, anche se assai meno accentuato, si riscontra in caso di variazioni significative della potenza frigorifera richiesta, sbalzi termici del fluido raffreddato, o della potenza erogata dal compressore, parzializzazione. Tale instabilità si esplica nel fenomeno della pendolazione, corrispondente in fasi alterne di apertura e chiusura dell'otturatore fino al raggiungimento dell'equilibrio.

Si noti che durante tale pendolazione si alternano periodi di alto surriscaldamento, corrispondenti alla chiusura eccessiva dell'otturatore, a periodi di fuoriuscita di vapore contenente una frazione di liquido, corrispondenti all'apertura eccessiva dell'otturatore.

Durante il funzionamento di un compressore a pompaggio ciclico si ha il frequente alternarsi della fase attiva ed inattiva, come segue.

Durante la fase attiva il compressore aspira refrigerante, la pressione di evaporazione che si

stabilisce è determinata dall'equilibrio tra portata di vapore prodotto dall'evaporatore e portata aspirata, il surriscaldamento del vapore è funzione del grado di apertura della valvola termostatica e del livello di riempimento dell'evaporatore.

Nella successiva fase inattiva il compressore non pompa ma lo scambio termico prosegue, anche se con intensità decrescente, per effetto della differenza di temperatura tra il fluido raffreddato ed il refrigerante che ne assorbe calore aumentando di pressione.

Corrispondentemente, durante la fase inattiva, la misura della differenza SH subisce una diminuzione in quanto il sensore di pressione trasmette rapidamente la variazione mentre il sensore di temperatura reagisce con maggiore lentezza sia per effetto dell'inerzia termica d'insieme sia per la mancanza di flusso.

La valvola termostatica si chiude quindi progressivamente continuando tuttavia ad alimentare l'evaporatore.

Così, al termine della fase inattiva l'evaporatore contiene una quantità di refrigerante superiore al

valore ottimale, e la pressione raggiunge il suo valore massimo.

La misura della temperatura di surriscaldamento T_{sh} del vapore in uscita dall'evaporatore tende anch'essa ad aumentare ma in misura più contenuta. Nella seguente nuova fase attiva il compressore viene nuovamente attivato provocando la diminuzione della pressione di saturazione misurata P_{se} che nel tempo tende ad assumere un valore analogo a quello assunto nella precedente fase attiva.

Il refrigerante nell'evaporatore va in ebollizione, fatto che può provocare il trascinarsi di particelle di liquido al compressore.

Il sensore di temperatura, investito da refrigerante liquido, subisce un raffreddamento improvviso e, rilevando una rapida diminuzione della temperatura di surriscaldamento T_{sh} misurata, provoca la rapida chiusura della valvola termostatica.

Quindi, il funzionamento di una macchina dotata di un compressore a pompaggio ciclico induce il comando della valvola termostatica ad imprimere ad

essa un funzionamento pendolante a tutto svantaggio dell'affidabilità e dell'efficienza energetica della macchina.

E' inoltre da notare che, poiché la misura della temperatura di surriscaldamento T_{sh} è relativamente ritardata, l'instabilità è condizionata primariamente dalla variabilità della pressione di saturazione P_{se} .

Quindi, se il sistema è provvisto di un circuito di bassa pressione, ovvero l'insieme di evaporatore/i e tubazioni di ritorno al compressore, con un considerevole volume interno, la variazione della pressione di saturazione P_{se} misurata durante il funzionamento ciclico viene mitigata consentendo un funzionamento accettabilmente stabile.

Questo è il caso, ad esempio, delle unità di condizionamento, dette split, con linee generalmente piuttosto lunghe e con molti evaporatori in funzionamento indipendente.

Se invece la macchina frigorifera è provvista di un solo evaporatore di volume interno modesto e installato vicino al compressore, l'effetto volano del circuito è trascurabile aggravando gli

inconvenienti descritti, questo è caso tipico delle macchine frigorifere con scambiatori a piastre.

Quindi, è oggi sentita l'esigenza di ottenere un comando della valvola termostatica che ne consenta un funzionamento affidabile e durevole, superando l'indisponibilità di una misura stabile ed affidabile della temperatura di surriscaldamento Tsh, e la lentezza di modulazione intrinseca delle valvole termostatiche oggi disponibili.

Il compito del presente trovato è quello di realizzare un procedimento ottimizzato di comando di una valvola termostatica motorizzata di una macchina frigorifera dotata di un compressore a pompaggio ciclico, ed un dispositivo di comando che lo attua che consenta di soddisfare tale esigenza, consentendo di ottenere un comando della valvola termostatica motorizzata che ne riduca l'instabilità funzionale rispetto a quella presente nelle macchine oggi note.

Nell'ambito di tale compito, uno scopo del trovato è quello di proporre un procedimento di comando ed un dispositivo di comando che lo attua che consentano un azionamento della valvola

termostatica motorizzata meno gravoso per ottenerne una maggiore durata media rispetto a quella delle valvole termostatiche impiegate nelle macchine oggi note.

Un altro scopo del trovato è quello di mettere a punto un procedimento di comando semplice e di facile attuazione.

Ancora uno scopo del trovato è quello di proporre un dispositivo di comando strutturalmente semplice e di facile impiego, che possa essere prodotto con costi relativamente contenuti.

Questo compito, nonché questi ed altri scopi che meglio appariranno in seguito, sono raggiunti da un procedimento ottimizzato di comando di una valvola termostatica motorizzata di una macchina frigorifera dotata di un compressore a pompaggio ciclico, caratterizzato dal fatto di comprendere un sotto-processo, reiterato in cicli consecutivi al trascorrere di un predefinito tempo di campionatura Δt , comprendente

- una fase di calcolo di un parametro di surriscaldamento virtuale SH_v del fluido frigorifero all'uscita di un evaporatore di detta macchina,

- una fase di modulazione di detta valvola termostatica motorizzata sulla base del valore calcolato di detto parametro di surriscaldamento virtuale SHv,
detto parametro di surriscaldamento virtuale SHv essendo calcolato, in un ciclo attuale di detti cicli, come una combinazione algebrica pesata di

- una differenza SHa, tra una temperatura di surriscaldamento Tsh ed una temperatura di saturazione Tse di detto fluido frigorifero a detta uscita, ossia $SHa = Tsh - Tse$,
- un parametro di surriscaldamento virtuale precedente SHvp con valore pari a quello assunto da detto parametro di surriscaldamento virtuale SHv nel ciclo precedente a detto ciclo attuale se questo non è il primo ciclo, altrimenti con valore pari ad un valore predefinito SHvo.

Ed inoltre, questo compito, nonchè questi ed altri scopi che meglio appariranno in seguito, sono raggiunti da un dispositivo di comando di una valvola termostatica motorizzata di una macchina frigorifera dotata di un compressore a pompaggio ciclico, provvisto di mezzi di connessione operativa

- ad un sensore di pressione e ad un sensore di temperatura, atti rispettivamente a rilevare una pressione di saturazione P_{se} ed una temperatura di surriscaldamento T_{sh} , del fluido frigorifero all'uscita di un evaporatore di detta macchina,
- ad un dispositivo di gestione di detto compressore ciclico, per riceverne un segnale di tempo di inattività t_i , caratterizzato dal fatto di comprendere
- mezzi di attuazione di detto procedimento di comando e
- mezzi di modulazione di detta valvola termostatica motorizzata operativamente connessi a detti mezzi di attuazione per riceverne il valore di detto parametro di surriscaldamento virtuale SH_v calcolato tramite detto procedimento di comando, detti mezzi di modulazione essendo atti ad eseguire detta fase di modulazione.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del trovato risulteranno maggiormente dalla descrizione di una forma di esecuzione preferita, ma non esclusiva, del procedimento di comando e del dispositivo di comando che lo attua secondo il trovato, illustrata, a titolo indicativo e non limitativo,

negli uniti disegni, in cui:

- la figura 1 illustra uno schema di flusso di un procedimento, secondo il trovato;
- la figura 2 illustra uno schema semplificato di una macchina frigorifera provvista di un dispositivo di comando, secondo il trovato;
- la figura 3 illustra diagrammi di parametri funzionali elaborati in un procedimento di comando secondo il trovato.

E' da notare che tutto quello che nel corso della procedura di ottenimento del brevetto si rivelasse già noto, si intende non essere rivendicato ed oggetto di stralcio dalle rivendicazioni.

Con riferimento alle figure citate, è globalmente indicato con 10 un procedimento ottimizzato di comando di una valvola termostatica motorizzata 100 di una macchina frigorifera 101 dotata di un compressore 102 a pompaggio ciclico.

Un procedimento di comando 10, secondo il trovato, presenta una particolare peculiarità nel fatto di comprendere un sotto-processo 11, reiterato in cicli consecutivi al trascorrere di un predefinito tempo di campionatura Δt , e che comprende

- una fase di calcolo 12 di un parametro di

surriscaldamento virtuale SHv del fluido frigorifero all'uscita 103 di un evaporatore 104 della macchina frigorifera 101,

- una fase di modulazione 13 di della valvola termostatica motorizzata 100 sulla base del valore calcolato del parametro di surriscaldamento virtuale SHv.

Il parametro di surriscaldamento virtuale SHv è calcolato, in un ciclo attuale di detti cicli,

come una combinazione algebrica pesata di

- una differenza SHa, tra una temperatura di surriscaldamento Tsh ed una temperatura di saturazione Tse del fluido frigorifero all'uscita

103, ossia $SHa = Tsh - Tse$,

- un parametro di surriscaldamento virtuale precedente SHvp, con valore pari a quello assunto dal parametro di surriscaldamento virtuale SHv nel ciclo precedente a detto ciclo attuale se questo non è il primo ciclo, altrimenti con valore pari ad un valore predefinito SHvo.

Il valore SHvo può opportunamente essere impostato come un valore predefinito di inizio o come il valore memorizzato dell'ultimo valore assunto dal parametro di surriscaldamento virtuale SHv.

Vantaggiosamente, detta combinazione algebrica

pesata è $SH_v = SH_{vp} + \frac{(SH_a - SH_{vp})}{(p+1)}$, indicando con p un

parametro di peso calcolato come una predefinita funzione

- del tempo di campionatura Δt ,
- di un tempo di inattività t_i del compressore a pompaggio ciclico 102, che, rispetto ad un riferimento temporale t_c del compressore 102, è complementare ad un tempo di attività t_a , ossia $t_c = t_i + t_a$,

- di un fattore n di comportamento dinamico della macchina frigorifera 101, e

- di un parametro indice m di uno schema dei compressori della macchina frigorifera 101.

Preferibilmente, la predefinita funzione è

$$p = n \cdot m \cdot \left(\frac{t_i}{\Delta t} \right) \text{ ove opportunamente}$$

- il parametro indice m è dato dal rapporto tra la potenza istantanea erogata dal compressore a pompaggio ciclico 102, e quindi pari alla potenza nominale del medesimo moltiplicata per il rapporto t_a/t_c , indicata di seguito con W_{cp} , e la somma di questa con la potenza nominale di ulteriori

compressori in funzione, di seguito indicata con W_{ft} , cooperanti con il compressore a pompaggio ciclico 102 al pompaggio del fluido frigorifero

dall'evaporatore 104, ovvero
$$m = \frac{W_{cp}}{(W_{cp} + W_{ft})}$$
,

- il fattore n è una costante oppure un valore calcolato in forma auto-adattativa in funzione dell'andamento del processo di regolazione della macchina frigorifera 101, rappresentandone il comportamento dinamico.

Convenientemente, il fattore n è definito come crescente quanto più repentina è la variazione della misura del surriscaldamento, ovvero della differenza SH , e quanto minore è l'inerzia termica dell'evaporatore 104, relativamente al suo volume interno e/o alla sua massa termica.

Così, per una macchina frigorifera 101 provvista di un solo compressore, che è il compressore a pompaggio ciclico 102, allora $W_{ft}=0$ e risulta $m=1$.

Altrimenti, in macchine frigorifere con compressori a pompaggio fisso che collaborano con un compressore a pompaggio ciclico a fornire la potenza frigorifera richiesta, non illustrate nelle figure allegate, W_{ft} è pari alla somma delle potenze nominali dei compressori a pompaggio fisso in funzione.

Infatti, la modulazione della potenza frigorifera fornita da queste macchine viene eseguita attivando o disattivando compressori a pompaggio fisso, che forniscono potenza a

gradini, e modulando il tempo di inattività t_i del compressore a pompaggio ciclico.

Inoltre, il procedimento di comando 10 vantaggiosamente comprende una fase di impostazione preliminare 14 al sotto-processo 11, che comprende un'impostazione iniziale 15, del tempo di campionatura Δt e del valore predefinito SHvo.

Il sotto-processo 11 inoltre preferibilmente comprende una ricezione 16

- del tempo di inattività t_i , del compressore a pompaggio ciclico 102,

- del fattore n , che può essere una costante fissa oppure essere ricalcolata in base all'evoluzione del comportamento dinamico della macchina frigorifera 101,

- del parametro indice m , variabile in funzione della potenza attualmente erogata e del numero di compressori in funzione.

Inoltre, il sotto-processo 11 vantaggiosamente comprende

- un' assegnazione 17 al parametro di peso p del

valore
$$p = n \cdot m \cdot \left(\frac{t_i}{\Delta t} \right).$$

- una fase di acquisizione 18 della temperatura di surriscaldamento T_{sh} e di una pressione di saturazione P_{se} , del fluido frigorifero all'uscita 103,

- una fase di ricavo 19 della temperatura di saturazione T_{se} , sulla base del valore della pressione di saturazione P_{se} , secondo le note correlazioni termodinamiche.

La fase di impostazione preliminare 14 opportunamente altresì comprende un'impostazione supplementare 20, di un indice di ciclo c ri-definito pari ad un indice di primo ciclo c_0 , ad indicazione che detto ciclo attuale è detto primo ciclo.

Il sotto-processo 11 convenientemente comprende una fase di impostazione ciclica 21, di detto indice di ciclo c ri-definito pari ad un indice di ciclo non primo c_1 , ad indicazione che il ciclo attuale non è detto primo ciclo.

Con particolare riferimento alla figura 2, in essa è illustrato a titolo esemplificativo e non limitativo, un dispositivo di comando 105 di una valvola termostatica motorizzata 100 di una macchina frigorifera 101 dotata di un compressore

a pompaggio ciclico 102, provvisto di mezzi di connessione operativa 106

- ad un sensore di pressione 107 e ad un sensore di temperatura 108, atti rispettivamente a rilevare una pressione di saturazione P_{se} ed una temperatura di surriscaldamento T_{sh} , del fluido frigorifero all'uscita 103 di un evaporatore 104 della macchina frigorifera 101,

- ad un dispositivo di gestione 109 del compressore a pompaggio ciclico 102, per riceverne un segnale del tempo di inattività t_i di questo.

Tale dispositivo di comando 105

presenta una particolare peculiarità nel fatto di comprendere

- mezzi di attuazione 110 del procedimento di comando 10, opportunamente realizzati tramite un circuito elettronico, e

- mezzi di modulazione 111 della valvola termostatica motorizzata 100 operativamente connessi ai mezzi di attuazione 106 per riceverne il valore del parametro di surriscaldamento virtuale SH_v calcolato tramite il procedimento di comando 10, i mezzi di modulazione 111 essendo atti ad eseguire la fase di modulazione 13.

Vantaggiosamente, i mezzi di modulazione 111 sono realizzati tramite un dispositivo elettronico che comanda un motore elettrico passo-passo che muove un otturatore della valvola termostatica motorizzata 100.

Con particolare riferimento alla figura 3, è in essa esemplificato il profilo temporale delle grandezze caratteristiche di una macchina frigorifera 101, ovvero di

Tsh, misura istantanea della temperatura di surriscaldamento del fluido frigorifero all'uscita 103,

Tse, stima istantanea della temperatura di saturazione del fluido frigorifero all'uscita 103,

SHa, differenza Tsh–Tse , rappresentante la stima istantanea del surriscaldamento del fluido frigorifero all'uscita 103,

SHv, parametro di surriscaldamento virtuale

calcolato come
$$SHv = SHvp + \frac{(SHa - SHvp)}{(p+1)},$$

ove sono stati assunti, come esempio di funzionamento,

- $\Delta t = 1$ secondo,

- riferimento temporale del compressore 102 $t_c = 25$

secondi,

- durata della fase attiva $t_a=8$ secondi,

- durata della fase inattiva $t_i=17$ secondi.

In questo regime di funzionamento la temperatura di saturazione T_{se} , misurata convertendo il segnale di un sensore di pressione 107, oscilla di circa 4°C , equivalente ad un salto di pressione superiore a 1 bar per un fluido frigorifero R410A.

La misura della temperatura di surriscaldamento T_{sh} , affetta da fenomeni di inerzia termica, è piuttosto stabile sul suo valore medio di circa $8-9^{\circ}\text{C}$.

E' evidente nel diagramma come l'oscillazione del parametro di surriscaldamento virtuale SH_v , circa $0,8^{\circ}\text{C}$, sia molto più contenuta della differenza SH_a , circa $3,0^{\circ}\text{C}$, nonostante il valore medio dei due profili nell'intervallo considerato t_c sia ovviamente pressoché identico, circa $4,2^{\circ}\text{C}$.

Si è così sorprendentemente constatato che il procedimento di comando 10 consente di realizzare una regolazione della portata di fluido frigorifero meno gravosa rispetto ai procedimenti di comando oggi noti, che si basano sulla differenza SH_a .

Infatti, la variazione meno rilevante del parametro di surriscaldamento virtuale SHv rispetto alla differenza SHa determina un comando, da parte del dispositivo di comando 10, che impone una modulazione meno onerosa della valvola termostatica motorizzata 100.

Il funzionamento di un dispositivo di comando 10, secondo il trovato, è il seguente.

All'avviamento della macchina frigorifera 101 i mezzi di attuazione 110 eseguono il procedimento di comando 10.

Quindi, sulla base della temperatura di surriscaldamento Tsh rilevata, del fattore n, del tempo di inattività ti, del parametro m indicativo del numero e della potenza frigorifera erogata istantaneamente dai compressori in funzione, e della stima della temperatura di saturazione Tse, è ciclicamente calcolato il valore del parametro di surriscaldamento virtuale SHv.

Questo, viene trasmesso ai mezzi di modulazione 111 che eseguono la fase di modulazione 13.

Tale fase di modulazione 13 consiste nel modulare l'apertura della valvola termostatica motorizzata 100 in modo, di per sé noto, da mantenere il

valore del parametro di surriscaldamento virtuale SHv pari ad un predefinito valore ottimale.

Si è in pratica constatato come il trovato raggiunga il compito e gli scopi preposti realizzando un procedimento di comando di una valvola termostatica motorizzata, ed un dispositivo di comando che lo attua che consentono di ottenere un comando della valvola termostatica motorizzata che ne riduce l'instabilità funzionale rispetto a quella presentata nelle macchine oggi note, grazie all'impiego, come parametro di riferimento per la modulazione della valvola termostatica motorizzata, del valore del parametro di surriscaldamento virtuale che presenta una minore variabilità, con pari valore medio, rispetto alla differenza tra temperatura di surriscaldamento e di saturazione del fluido in uscita dall'evaporatore, oggi impiegata a tale scopo.

Inoltre, un procedimento di comando ed un dispositivo di comando che lo attua, secondo il trovato, consentono un azionamento della valvola termostatica motorizzata meno gravoso ottenendo una sua maggiore vita media rispetto a quella

delle valvole termostatiche impiegate nelle macchine oggi note.

Il trovato, così concepito, è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo; inoltre, tutti i dettagli potranno essere sostituiti da altri elementi tecnicamente equivalenti.

In pratica, i materiali impiegati, nonché le dimensioni e le forme contingenti, potranno essere qualsiasi a seconda delle esigenze e dello stato della tecnica.

Ove le caratteristiche e le tecniche menzionate in qualsiasi rivendicazione siano seguite da segni di riferimento, tali segni sono stati apposti al solo scopo di aumentare l'intelligibilità delle rivendicazioni e di conseguenza tali segni di riferimento non hanno alcun effetto limitante sull'interpretazione di ciascun elemento identificato a titolo di esempio da tali segni di riferimento.

RIVENDICAZIONI

1) Procedimento ottimizzato di comando di una valvola termostatica motorizzata (100) di una macchina frigorifera (101) dotata di un compressore a pompaggio ciclico (102), caratterizzato dal fatto di comprendere un sotto-processo (11), reiterato in cicli consecutivi al trascorrere di un predefinito tempo di campionatura Δt , comprendente

- una fase di calcolo (12) di un parametro di surriscaldamento virtuale SH_v del fluido frigorifero all'uscita (103) di un evaporatore (104) di detta macchina frigorifera (101),
- una fase di modulazione (13) di detta valvola termostatica motorizzata (100) sulla base del valore calcolato di detto parametro di surriscaldamento virtuale SH_v , detto parametro di surriscaldamento virtuale SH_v essendo calcolato, in un ciclo attuale di detti cicli, come una combinazione algebrica pesata di
- una differenza SH_a , tra una temperatura di surriscaldamento T_{sh} ed una temperatura di saturazione T_{se} di detto fluido frigorifero a detta uscita (103), ossia $SH_a = T_{sh} - T_{se}$,

- un parametro di surriscaldamento virtuale precedente SH_{vp} con valore pari a quello assunto da detto parametro di surriscaldamento virtuale SH_v nel ciclo precedente a detto ciclo attuale se questo non è il primo ciclo, altrimenti con valore pari ad un valore predefinito SH_{vo} .

2) Procedimento di comando, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta combinazione algebrica pesata è

$$SH_v = SH_{vp} + \frac{(SH_a - SH_{vp})}{(p+1)}, \text{ con } p \text{ indicando un parametro}$$

di peso calcolato come una predefinita funzione

- di detto tempo di campionatura Δt ,
- di un tempo di inattività t_i di detto compressore a pompaggio ciclico 102,
- di un fattore n di comportamento dinamico di detta macchina frigorifera 101, e
- di un parametro indice m di uno schema dei compressori della macchina frigorifera 101.

3) Procedimento di comando, secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che

detta predefinita funzione è $p = n \cdot m \cdot \left(\frac{t_i}{\Delta t}\right)$.

4) Procedimento di comando, secondo la

rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto parametro indice m è dato dal rapporto tra la potenza istantanea erogata da detto compressore a pompaggio ciclico (102) W_{cp} e la somma di questa con la potenza nominale complessiva di ulteriori compressori in tale istante in funzione W_{ft} , cooperanti con detto compressore a pompaggio ciclico (102) al pompaggio di detto fluido

frigorifero, ovvero

$$m = \frac{W_{cp}}{(W_{cp} + W_{ft})}.$$

5) Procedimento di comando, secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto di comprendere una fase di impostazione preliminare (14) a detto sotto-processo (11), comprendente un'impostazione iniziale (15), di detto tempo di campionatura Δt e di detto valore predefinito SH_{vo} .

6) Procedimento di comando, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto sotto-processo (11) comprende

- una ricezione (16) di detto tempo di inattività t_i , di detto compressore a pompaggio ciclico (102), di detto fattore n , e di detto parametro indice m .
- un'assegnazione (17) al parametro di peso p del

valore $p = n \cdot m \cdot \left(\frac{ti}{\Delta t} \right)$.

- una fase di acquisizione (18) di detta temperatura di surriscaldamento Tsh e di una pressione di saturazione Pse, di detto fluido frigorifero a detta uscita (103),

- una fase di ricavo (19) di detta temperatura di saturazione Tse, sulla base del valore di detta pressione di saturazione Pse.

7) Procedimento di comando, secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detta fase di impostazione preliminare (14) comprende un'impostazione supplementare (20), di un indice di ciclo c ri-definito pari ad un indice di primo ciclo c_0 , ad indicazione che detto ciclo attuale è detto primo ciclo.

8) Procedimento di comando, secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detto sotto-processo (11) comprende una fase di impostazione ciclica (21), di detto indice di ciclo c ri-definito pari ad un indice di ciclo non primo c_1 , ad indicazione che detto ciclo attuale non è detto primo ciclo.

9) Dispositivo di comando di una valvola

termostatica motorizzata (100) di una macchina frigorifera (101) dotata di un compressore a pompaggio ciclico (102), provvisto di mezzi di connessione operativa (106)

- ad un sensore di pressione (107) e ad un sensore di temperatura (108), atti rispettivamente a rilevare una pressione di saturazione P_{se} ed una temperatura di surriscaldamento T_{sh} , del fluido frigorifero all'uscita (103) di un evaporatore (104) di detta macchina frigorifera (101),
- ad un dispositivo di gestione (109) di detto compressore a pompaggio ciclico (102), per riceverne un segnale di tempo di inattività t_i , caratterizzato dal fatto di comprendere
- mezzi di attuazione (110) di detto procedimento di comando e
- mezzi di modulazione (111) di detta valvola termostatica motorizzata (100) operativamente connessi a detti mezzi di attuazione (110) per riceverne il valore di detto parametro di surriscaldamento virtuale SH_v calcolato tramite detto procedimento di comando, detti mezzi di modulazione (107) essendo atti ad eseguire detta fase di modulazione (13).

10) Procedimento di comando e dispositivo di comando, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, che si caratterizza per quanto descritto ed illustrato nelle allegate tavole di disegni.

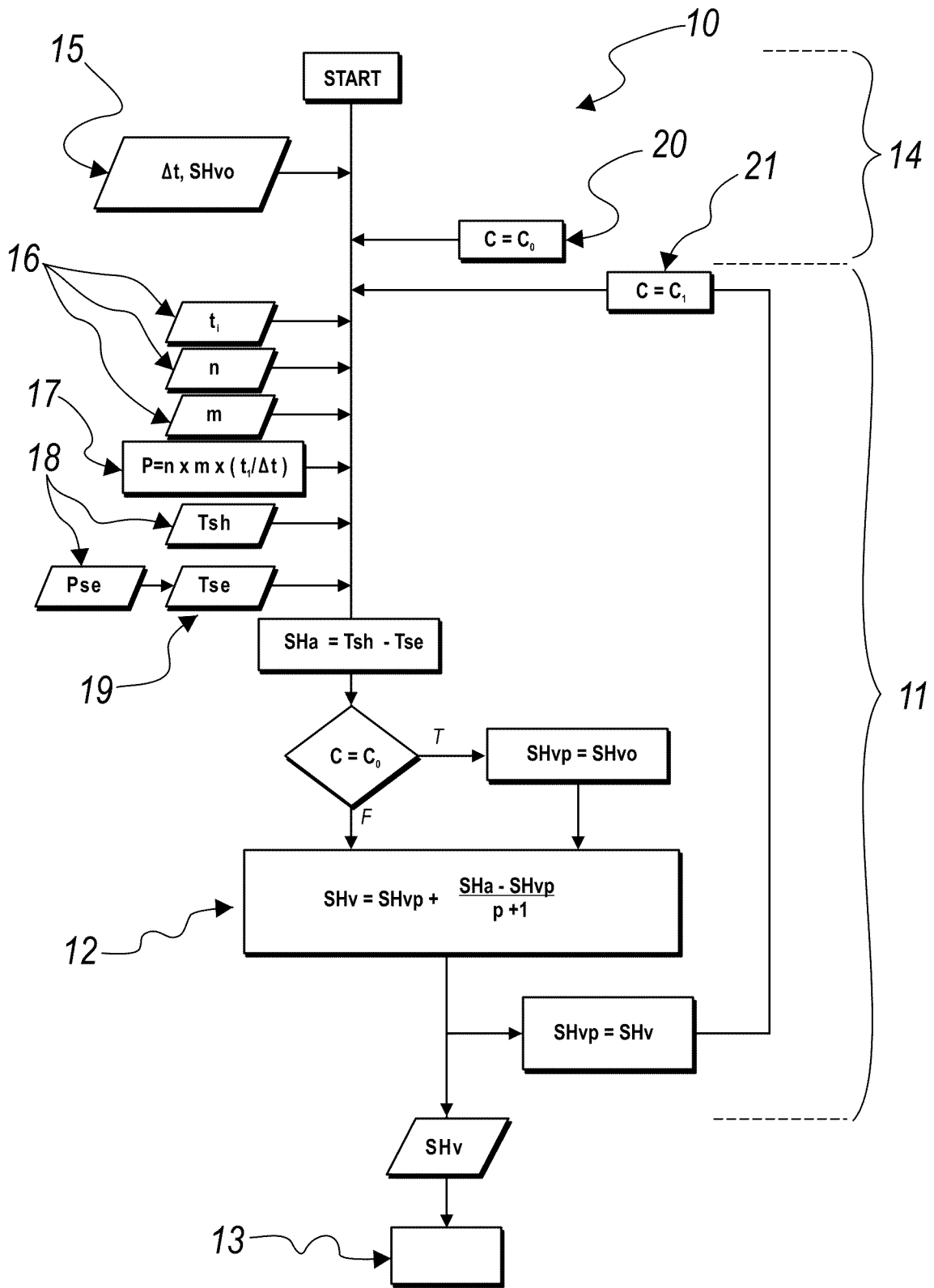


Fig. 1

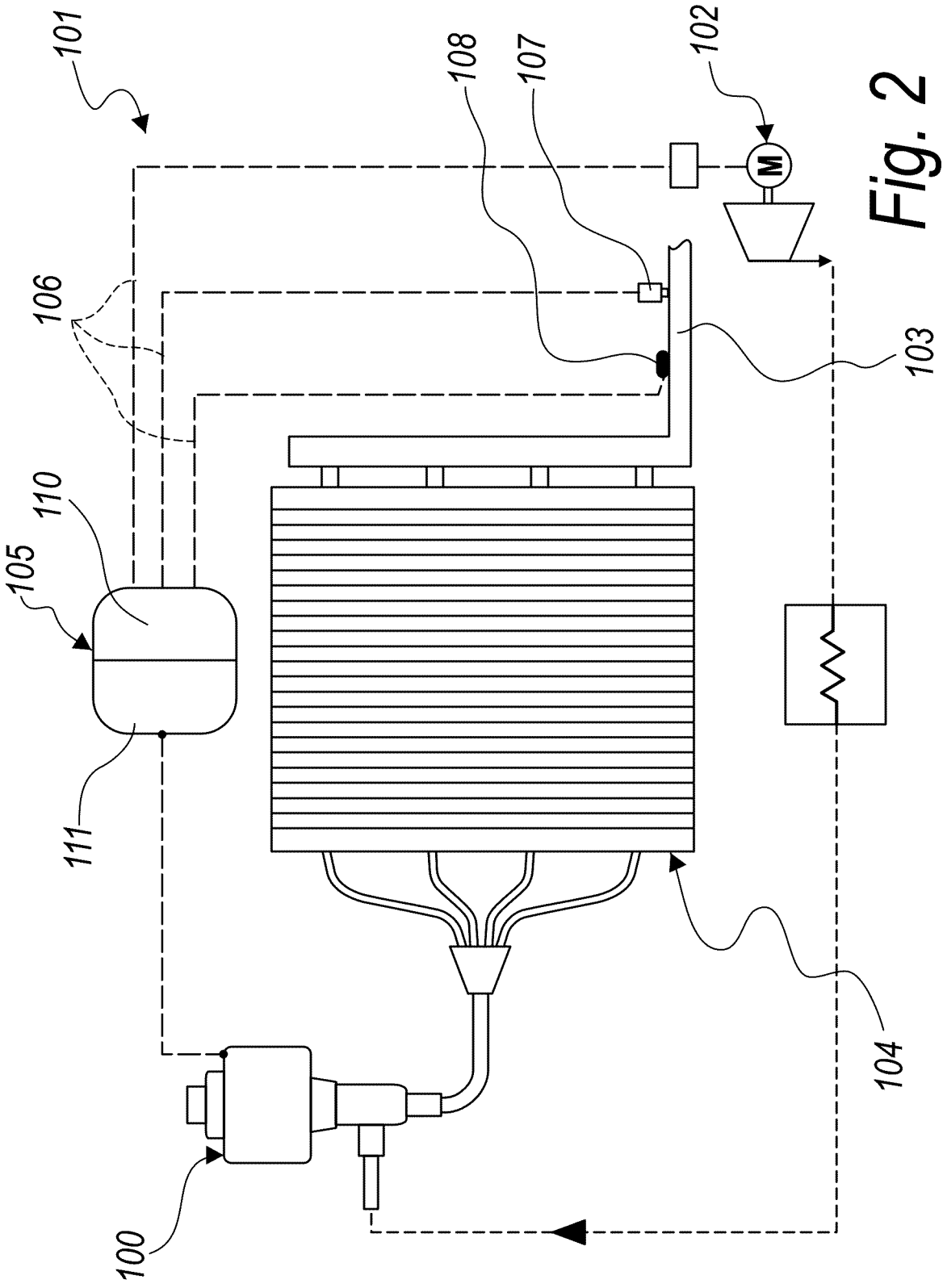


Fig. 2

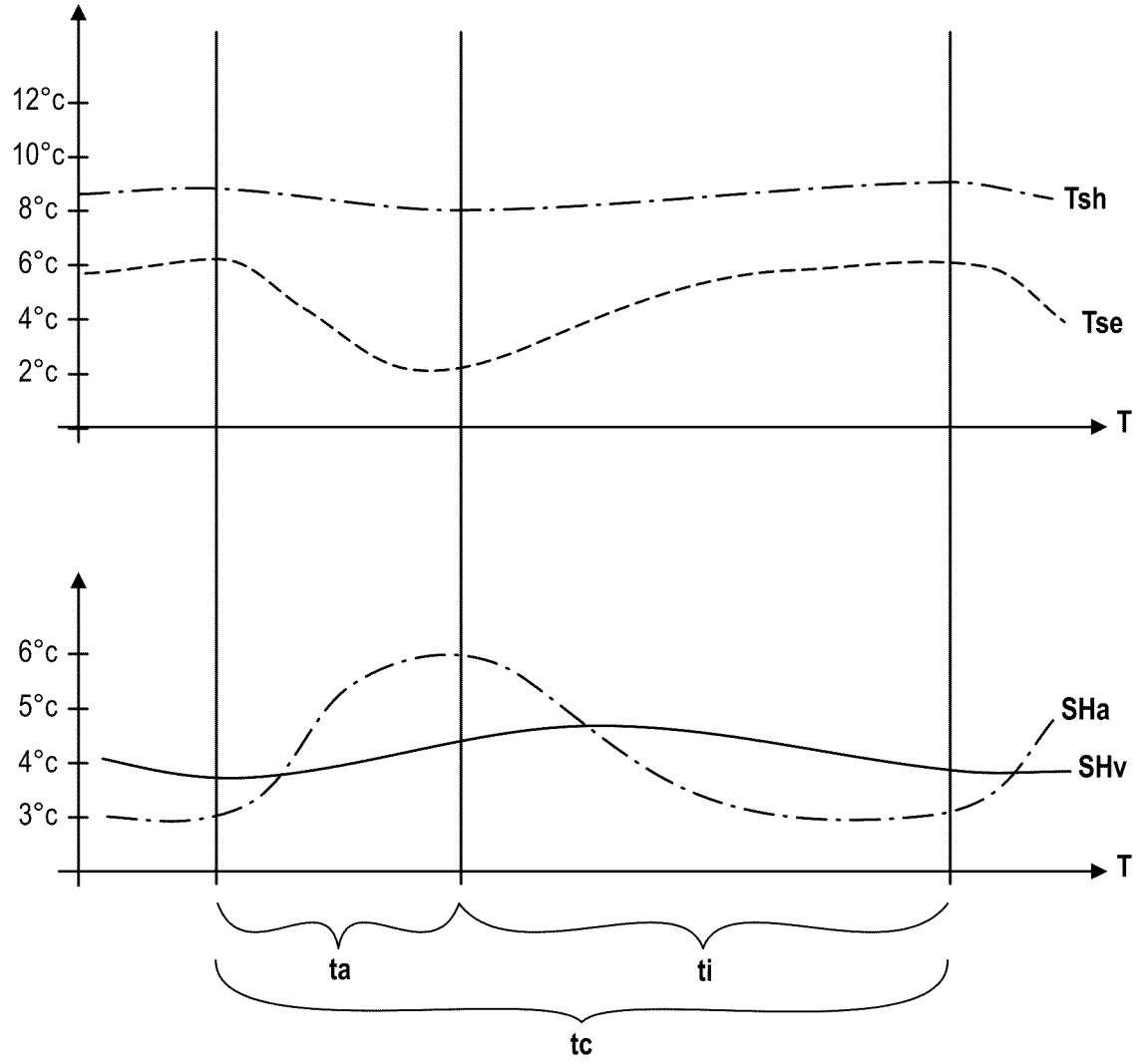


Fig. 3