

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011902004204A1

Publication Date

20130612

Applicant

INDESIT COMPANY S.P.A.

Title

METODO E DISPOSITIVO DI CONTROLLO DI UN APPARECCHIO
REFRIGERANTE ED APPARECCHIO REFRIGERANTE CHE IMPLEMENTA
TALE METODO.

Descrizione dell'Invenzione Industriale dal titolo: **-ME228-
"METODO E DISPOSITIVO DI CONTROLLO DI UN APPARECCHIO
REFRIGERANTE ED APPARECCHIO REFRIGERANTE CHE IMPLEMENTA
TALE METODO"**

di Indesit Company S.p.A., di nazionalità Italiana, con sede in Fabriano (AN), Viale Aristide Merloni 47, ed elettivamente domiciliata presso i Mandatari Ing. Roberto Dini (No. Iscr. Albo 270 BM), Ing. Marco Camolese (No. Iscr. Albo 882 BM), Ing. Corrado Borsano (No. Iscr. Albo 446 BM), Dott. Giancarlo Reposio (No. Iscr. Albo 1168 BM) c/o Metroconsult S.r.l., Via Sestriere 100, 10060 None (TO).

Inventori designati:

- Liuzzo Stefano, Viale Gottardo 139, 00141 ROMA (RM)
- Suardi Alessandra, Via Flaminia 462, 60015 Falconara Marittima (AN)
- Sabatini Giorgio, via Salaria, 54, 63030 Colli del Tronto (AP)
- Aksoy Sertan, 75nci Yil Mahallesi, 5371 sokak No: 35/1, 45030 - Merkez/Manisa, di nazionalità turca.

Depositata il No.

DESCRIZIONE

[CAMPO DELL'INVENZIONE]

La presente invenzione si riferisce al settore degli elettrodomestici e in particolare ad un metodo e dispositivo per controllare un apparecchio refrigerante.

Inoltre, la presente invenzione si riferisce a un apparecchio refrigerante che implementa il metodo della presente invenzione.

[ARTE NOTA]

Sono noti apparecchi refrigeranti comprendenti almeno una cella raffreddata, uno sportello per accedere alla cella raffreddata ed un circuito frigorifero che implementa un ciclo frigorifero.

Nel circuito frigorifero un compressore comprime un fluido di ciclo, chiamato anche fluido refrigerante (ad esempio Freon o ammoniaca), in modo da far passare il fluido dallo stato gassoso allo stato liquido. Questo primo cambiamento di stato produce calore che viene estratto dal ciclo attraverso una serpentina a diretto contatto con l'ambiente esterno all'apparecchio refrigerante. Successivamente, il fluido allo stato liquido è fatto espandere ed evaporare in un evaporatore, e portato a contatto termico con la cella raffreddata, sottraendo calore da quest'ultima.

I moderni apparecchi refrigeranti comprendono un compressore a giri variabili, chiamato anche compressore a capacità variabile, che è in grado di modulare il numero di giri del proprio motore elettrico e di conseguenza la capacità di raffreddamento del circuito in cui è inserito.

Esistono diversi tipi noti di apparecchi refrigeranti. Tra questi, a titolo esemplificativo ma non limitativo, si possono identificare apparecchi comprendenti una o più celle frigorifere, ad esempio una cella frigo a temperatura interna di poco superiore a 0°C (ad esempio $4-5^{\circ}\text{C}$), normalmente per la conservazione di cibi o comunque oggetti freschi non congelati, e/o una cella freezer a temperatura di congelamento minore di 0°C (ad esempio -18°C), normalmente per la conservazione di cibi o comunque oggetti

congelati; ogni cella è normalmente dotata di una propria porta di accesso. Esistono pure gli apparecchi refrigeranti del tipo cosiddetto "no-frost", in cui la veicolazione del freddo dall'evaporatore verso le celle è effettuata tramite una o più ventole attraverso tubature e bocchette: tipicamente l'accesso è diretto verso la cella freezer, mentre verso la cella frigo avviene tramite un regolatore di flusso, denominato damper, il quale può semplicemente aprire o chiudere l'accesso alla cella, oppure regolarlo in modo variabile tra un massimo ed un minimo.

Attualmente, gli apparecchi refrigeranti comprendono un'unità di controllo che controlla il numero di giri del compressore in base alla richiesta di freddo che proviene dal circuito termodinamico, rilevabile ad esempio monitorando la temperatura delle celle. Essa infatti è indicativa della potenza frigorifera richiesta: tipicamente valori maggiori di temperatura danno luogo ad una maggiore potenza frigorifera richiesta. Viceversa, la riduzione della temperatura all'interno della cella da refrigerare viene interpretata come richiesta di una minore potenza frigorifera.

Durante il funzionamento dell'apparecchio refrigerante si può avere formazione di brina, in particolare in corrispondenza delle parti più fredde, quali l'evaporatore del circuito refrigerante, dovuta all'umidità presente all'interno dell'apparecchio refrigerante. Lo strato di brina accresce durante il funzionamento, con l'effetto tra l'altro di accrescere l'isolamento termico tra l'evaporatore e l'ambiente da refrigerare peggiorando l'efficienza dello scambio termico.

Per ridare efficienza di funzionamento sono normalmente previste delle fasi di sbrinamento, in cui il sistema di controllo comanda l'accensione di mezzi riscaldanti per sciogliere la brina e così rimuoverla dall'evaporatore. Durante le fasi di sbrinamento il compressore viene normalmente spento.

In condizioni di funzionamento gravose dell'apparecchio refrigerante, ad esempio per frequenti aperture della porta, oppure dovute al funzionamento in ambienti ad elevata temperatura, il compressore tende ad aumentare la percentuale di tempo di accensione e/o la sua velocità, ed al limite potrebbe dover rimanere sempre acceso, al fine di fornire tutta la capacità refrigerante necessaria.

Un fattore aggravante si determina negli apparecchi refrigeranti del tipo noto come "no-frost". In essi l'evaporatore è soggetto ad una situazione di convezione forzata, e maggiori aumenti di perdite di carico o ghiacciature.

Infatti in condizioni gravose di funzionamento l'evaporatore si ricopre di ghiaccio riducendone l'efficienza di scambio termico.

Il ghiaccio aumenta all'aumentare della temperatura e del numero giri del compressore. L'aria umida aderisce alle pareti dell'evaporatore aumentando la formazione di ghiaccio e creando un fenomeno di incremento progressivo tale per cui il gas refrigerante assorbe sempre meno calore dal vano interno dell'apparecchio refrigerante. Anche in queste condizioni il compressore aumenta la percentuale di tempo di accensione e la sua velocità, ed al limite può rimanere sempre acceso.

Il problema da affrontare è quindi quello di garantire la massima efficienza energetica in tutte le fasi e condizioni di funzionamento, anche le più gravose, di un apparecchio refrigerante, di un qualsiasi tipo dotato di un compressore a velocità variabile, ottimizzando quindi i consumi energetici dell'apparecchio refrigerante e la velocità del compressore.

[OBIETTIVI E SINTESI DELLA INVENZIONE]

Scopo della presente invenzione è quello di risolvere i problemi sopra descritti.

In particolare, è scopo della presente invenzione quello di presentare un metodo per controllare un apparecchio refrigerante dotato di un compressore a velocità variabile in modo da garantire la massima efficienza energetica in tutte le fasi e condizioni di funzionamento, ottimizzando quindi i consumi energetici dell'apparecchio refrigerante e la velocità del compressore.

Ulteriore scopo della presente invenzione è quello di presentare un metodo e dispositivo che permetta una corretta e affidabile conservazione del contenuto dell'apparecchio refrigerante.

E' anche scopo della presente invenzione quello di presentare un metodo per controllare un apparecchio refrigerante che sia di economica implementazione.

Questi ed altri scopi della presente invenzione sono raggiunti mediante un metodo ed un relativo apparecchio refrigerante incorporanti le caratteristiche delle rivendicazioni allegate, le quali formano parte integrante della presente descrizione.

L'idea generale alla base della presente invenzione è di prevedere, in accordo con la rivendicazione 1, un metodo di controllo di un apparecchio refrigerante, detto apparecchio refrigerante comprendendo un circuito frigorifero in cui è inserito un evaporatore e un compressore a giri variabili, ed almeno una cella che viene raffreddata da detto circuito frigorifero, detto metodo comprendendo i passi di: calcolare per detto evaporatore una prima funzione di richiesta al compressore, che dipende dalla temperatura dell'evaporatore; calcolare per detta almeno una cella una seconda funzione di richiesta al compressore, che dipende dalla temperatura della cella; calcolare una funzione di richiesta al compressore complessiva che, se detta prima funzione è diversa da zero, è data da un'operazione di scelta tra dette prima e seconda funzione di richiesta al compressore, se invece detta prima funzione è nulla, è data da detta seconda funzione di richiesta al compressore moltiplicata per un fattore di riduzione; controllare detto compressore tramite detta funzione di richiesta al compressore complessiva.

La presente invenzione si riferisce anche a un apparecchio refrigerante che comprende un circuito frigorifero, una cella raffreddata dal circuito frigorifero, un compressore a giri variabili inserito nel circuito frigorifero, un'unità di controllo operativamente connessa al compressore e atta a controllare il numero di giri del compressore, in cui l'unità di controllo esegue i passi del metodo oggetto della presente invenzione.

Altri scopi e vantaggi della presente invenzione saranno

più chiari dalla descrizione dettagliata contenuta nel seguito.

[BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI]

Un esempio di realizzazione preferito e vantaggioso della presente invenzione viene descritto a titolo esemplificativo e non limitativo, con riferimento alle figure allegate, in cui:

- La Figura 1 mostra uno schema a blocchi illustrativo di una prima variante di realizzazione del metodo oggetto della presente invenzione;

- La Figura 2 mostra uno schema a blocchi illustrativo di una seconda variante di realizzazione del metodo oggetto della presente invenzione;

- le figure 3 e 4 rappresentano diagrammi di forme d'onda relative a segnali prodotti con il metodo.

Le figure sopracitate illustrano differenti aspetti e forme di realizzazione della presente invenzione; dove appropriato, strutture, componenti, materiali e/o elementi simili, sono indicati da uguali numeri di riferimento in differenti figure.

[DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INVENZIONE]

Viene descritta qui di seguito con riferimento alla fig. 1 una prima forma di realizzazione del metodo oggetto dell'invenzione, applicato ad un apparecchio refrigerante dotato di una cella, di tipo frigo oppure di tipo freezer, il quale è normalmente dotato pure di un evaporatore. La temperatura effettiva della cella T_F e quella dell'evaporatore T_{EV} sono misurate da misuratori di temperatura di tipo noto. Inoltre sono disponibili valori

preimpostati di temperatura desiderata rispettivamente indicati con TdF per la cella e TdEV per l'evaporatore.

I valori differenza (errore) di temperatura rispettivamente (TdF - TF) e (TdEV - TEV) sono portati a rispettivi ingressi di blocchi PIF e PIEV che calcolano una funzione di tipo proporzionale/integrale, che può essere di un tipo in sé noto, sui valori di differenza/errore di ingresso, e forniscono alle uscite rispettivi valori di richiesta di capacità frigorifera (nel seguito "cold request") al sistema di controllo del compressore, indicati rispettivamente con CRF e CREV. Opportunamente le cold request CRF e CREV generate nei rispettivi blocchi PIF e PIEV assumono valori nel range 0% - 100%. All'aumentare della differenza tra valori misurati e desiderati, aumenta la "cold request" da parte del relativo elemento.

Un esempio di andamento generico di "cold request" CR nel tempo è indicato in fig. 3, espresso in valore percentuale, oscillante tra un minimo (0%) ed un massimo (100%). L'andamento è dello stesso tipo sia per CRF che per CREV.

Per ogni elemento (cella e evaporatore) sono preimpostati due valori percentuali di ON% e di OFF%, che indicano valori limite rispettivamente per richieste di accensione e di spegnimento del compressore, nel senso che quando il valore di CR calcolato da PI supera la soglia ON% viene richiesta l'accensione del compressore da parte del rispettivo elemento (cella o evaporatore) fino a quando il valore di CR non scende sotto la soglia OFF%, sotto la quale l'elemento richiede lo spegnimento del compressore, fino ad un nuovo superamento della soglia ON%. Gli

andamenti delle "cold request" dei vari elementi nel tempo sono indipendenti tra loro, con eventuale sfasamento temporale relativo, anche se ovviamente esiste tra loro un grado di correlazione dato dal sistema termodinamico costituito dall'apparecchio refrigerante.

I valori di "cold request" CRF e CREV sono forniti a rispettivi blocchi CPSF e CPSEV che determinano corrispondenti valori di richiesta di accensione e velocità percentuali del compressore (nel seguito "richiesta al compressore"), CPSreqF e CPSreqEV. In Fig. 3 è indicato un andamento generico di CPSreq, indicativo di CPSreqF e CPSreqEV, in corrispondenza con l'andamento di CR.

Nei periodi di tempo da un superamento della soglia ON% ad una successiva discesa sotto la soglia OFF% dei valori di CRF o CREV, si ottiene un andamento diverso da zero della richiesta al compressore, mentre nei successivi periodi tra una discesa sotto la soglia OFF% ed un nuovo superamento della soglia ON% dei valori di CRF o CREV si ha richiesta al compressore nulla: vale a dire negli intervalli del primo tipo si richiede l'attività del compressore per fare diminuire la temperatura effettiva dell'elemento ritenuta troppo alta, mentre negli intervalli del secondo tipo si assume che la temperatura dell'elemento sia già sufficientemente bassa, per cui non vi è necessità di intervento del compressore in relazione a quell'elemento.

Un esempio non limitativo di implementazione è descritto qui di seguito.

Con riferimento alla fig. 3, dall'istante di superamento della soglia ON%, fino a che la curva CR (per

la cella frigo CRF, per l'evaporatore CREV) è crescente, cioè fino a che non ha raggiunto un valore massimo x , CPSreq (CPSreqF o CPSreqEV) è proporzionale alla differenza fra il valore di CR (CRF o CREV) e la corrispondente soglia di ON%; quando la curva CR (CRF o CREV) è decrescente ma sopra la soglia di OFF%, CPSreq (CPSreqF o CPSreqEV) è proporzionale alla differenza fra il valore massimo x e la soglia di OFF%. Anche il valore di x dipende dalla cella o dall'evaporatore.

Ancora più nel dettaglio il blocco CPSF oppure CPSEV, ad esempio CPSF, esegue i seguenti calcoli.

La Cold Request CRF generata da PIF è nel range:

$$0 < CRF < 100\%$$

Nel blocco CPSF si calcola una prima funzione CRF* definita a tratti come segue:

$CRF^* = (CRF - ON\%)$, nella porzione di curva dopo il superamento della soglia di ON e con CRF crescente fino al raggiungimento del valore massimo x ;

$CRF^* = (CRF - OFF) \cdot (X - ON\%) / (X - OFF\%)$, nella porzione di curva con CRF decrescente, ovvero dopo il raggiungimento del massimo x fino al raggiungimento del valore di soglia OFF%;

$CRF^* = 0$ esternamente ai suddetti intervalli di definizione.

Ne risulta che il valore di CRF* rimane nell'intervallo:

$$0 < CRF^* < (X - ON\%).$$

A questo punto, per ottenere un valore di CPSreqF in uscita, si scala la funzione CRF* nel range 0 - 100%, per

consentire di sfruttare il compressore fino al 100% della sua potenza, ottenendo:

$$\text{CPSreqF} = \text{CRF}^* \cdot 100 / (100 - \text{ON}\%)$$

In questo modo CPSreqF può assumere valori nell'intervallo $0 < \text{CPSreqF} < 100\%$.

Il blocco CPSEV, oltre a calcolare CPSreqEV a partire da CREV in modo analogo a quanto descritto per il blocco CPSF, calcola un secondo valore CPSredEV che esprime una richiesta di riduzione dell'attività del compressore, in modo opposto al contributo dato da CPSreqEV, motivata dalle seguenti considerazioni.

Se la temperatura dell'evaporatore è alta (dovrebbe essere sempre significativamente inferiore a quella della(e) cella(e)), si ha un funzionamento più efficiente ed un minor consumo nell'unità di tempo; d'altra parte la cella non si raffredda velocemente, e pertanto l'andamento della curva di "cold request" CRF decresce più lentamente. Siccome però la richiesta al compressore CPSreqF è legata all'andamento di CRF, il compressore resterebbe acceso per più tempo, aumentando i consumi complessivi per il periodo totale di accensione. Quindi da un lato si otterrebbe positivamente che il compressore consuma di meno nell'unità di tempo, dall'altro però resterebbe acceso per più tempo. Viceversa, se la temperatura dell'evaporatore è bassa, la cella si raffredda più velocemente, e il compressore sarebbe acceso per meno tempo, ma aumentando i consumi nell'unità di tempo. Quindi è preferibile bilanciare i due contributi antitetici, nel senso di tenere più alta possibile la temperatura dell'evaporatore, e spegnere il

prima possibile il compressore quando ne è richiesta l'accensione da parte della cella.

Quindi CPSredEV è un valore diverso da zero quando non si ha richiesta al compressore CPSreqEV da parte dell'evaporatore, ovvero in corrispondenza alla porzione di curva CREV dopo l'attraversamento in negativo della soglia di OFF% e fino al successivo raggiungimento e superamento della soglia ON%.

Nel blocco CPSEV si calcola una seconda funzione CREV** definita a tratti come segue:

$CREV^{**} = (OFF\% - CREV)$, nella porzione di curva in cui CREV scende al di sotto della soglia di OFF e con andamento decrescente fino al raggiungimento del valore minimo Y,

$CREV^{**} = (ON\% - CREV) \cdot (OFF\% - Y) / (ON\% - Y)$, nella porzione di curva con CREV crescente, ovvero dopo il raggiungimento del minimo Y fino al raggiungimento del valore di soglia ON%.

$CREV^{**} = 0$ esternamente ai suddetti intervalli di definizione.

Ne risulta che il valore di CREV** rimane nell'intervallo:

$$0 < CREV^{**} < (OFF\% - Y).$$

A questo punto, per ottenere un valore di CPSredEV in uscita, si scala la funzione CREV** nel range 0 - 100%, per ottenere una maggiore dinamica del segnale, ottenendo:

$$CPSredEV = CREV^{**} \cdot 100 / (OFF\%)$$

In questo modo CPSredEV può assumere valori nell'intervallo $0 < CPSredEV < 100\%$.

Questo valore CPSredEV è portato ad un ingresso di un blocco CSF al cui secondo ingresso è pure portato il valore

CPSreqF di richiesta al compressore da parte della cella. CPSredEV è espresso in termini percentuali, quindi in una scala da zero a 100 (ascissa del grafico di fig. 4).

Esso è convertito, con una relazione di proporzionalità inversa, in un fattore di scala SF compreso tra 1 ed un valore minimo SFmin, essendo tale valore minimo SFmin dipendente da CPSreqF. Quest'ultima dipendenza è tale che SFmin sia maggiore se la richiesta CPSreqF generata dal vano è alta, perché in presenza di un'alta richiesta di freddo dal vano va minimizzata la dinamica dell'azione di scalatura, mentre quando la richiesta CPSreqF generata dal vano è bassa, allora SF può assumere valori minori e quindi fare sentire maggiormente l'effetto di scalatura. Ad esempio SF si ottiene come segue:

$$SF_{min} = CPSreqF/100 ;$$

I valori di CPSreqF, CPSreqEV e SF sono portati ad un blocco di calcolo CLC che determina il valore effettivo percentuale CPSreqTOT di richiesta al compressore dato dall'apporto dei contributi di tutti gli elementi.

Con riferimento ai grafici di fig. 3, nei periodi in cui CPSreqEV è diverso da zero, CLC porta in uscita un valore di CPSreqTOT dato dal massimo tra CPSreqEV e CPSreqF. Quando invece CPSreqEV è zero, CLC porta in uscita un valore dato dal prodotto tra CPSreqF e SF, di fatto riducendo la richiesta al compressore in queste fasi: ciò allo scopo di prevenire un raffreddamento eccessivo dell'evaporatore per effetto della richiesta da parte della cella, che porterebbe il circuito frigorifero a lavorare in modo meno efficiente e quindi ad un eccessivo consumo del compressore, non necessario.

Con riferimento alla fig. 2, viene descritta nel seguito una variante del metodo applicata al caso di un apparecchio frigorifero dotato di due celle, ad esempio una cella frigo FG ed una cella freezer FZ, essendo ancora presente, ovviamente l'evaporatore EV.

In questo caso ogni cella è dotata del proprio misuratore di temperatura effettiva, rispettivamente TFG per la cella frigo e TFZ per la cella freezer, oltre , come nel caso precedente, al misuratore di temperatura dell'evaporatore TEV. Inoltre sono disponibili valori preimpostati di temperatura desiderata rispettivamente indicati con TdFG per la cella frigo, TdFZ per la cella freezer, e TdEV per l'evaporatore.

Come nel caso precedente, i valori differenza (errore) di temperatura rispettivamente $(TdFG - TFG)$, $(TdFZ - TFZ)$ e $(TdEV - TEV)$ sono portati a rispettivi ingressi di blocchi PIFG, PIFZ e PIEV che calcolano una funzione di tipo proporzionale/integrale sui valori di differenza/errore di ingresso, e forniscono alle uscite rispettivi valori di "cold request" al sistema di controllo del compressore, indicati rispettivamente con CRFG, CRFZ e CREV. All'aumentare della differenza tra valori misurati e desiderati, aumenta la "cold request" da parte del relativo elemento.

Come nel caso precedente, i valori di "cold request" CRFG, CRFZ e CREV sono forniti a rispettivi blocchi CPSFG, CPSFZ e CPSEV che determinano corrispondenti valori di richiesta al compressore, CPSreqFG, CPSreqFZ e CPSreqEV.

I blocchi CPSFG e CPSFZ hanno funzionalità del tutto equivalente al blocco CPSF, lo stesso dicasi per il blocco

CPSEV che fornisce in uscita gli stessi contributi CPSreqEV e CPSredEV sopra descritti.

In questo caso le uscite CPSreqFG e CPSreqFZ vengono fornite ad un blocco MM che svolge la funzione di scelta del contributo CPSreqF da fornire in uscita verso il blocco CLC, del tutto equivalente al blocco CLC del caso precedente. In particolare, se entrambi gli ingressi sono zero, MM fornisce in uscita zero; se uno dei due ingressi è zero, fornisce in uscita l'altro valore; se entrambi gli ingressi hanno valore diverso da zero, esso fornisce in uscita il valore massimo oppure il minimo dei due in base ad una valutazione del modo di funzionamento scelto per l'apparecchio refrigerante. Di fatto il valore minore dei due corrisponderebbe ad un funzionamento dell'apparecchio refrigerante in regime "ECO" di risparmio energetico, con reazione più lenta alle variazioni termiche degli elementi, e minore consumo, mentre il valore massimo corrisponderebbe ad un funzionamento con reazione più veloce alle variazioni termiche degli elementi, ma con un aumento dei consumi. La scelta può essere compiuta ad esempio tramite un selettore manuale.

Il fattore di scala SF si ottiene in modo analogo a quanto precedentemente descritto nel caso di un solo vano, in funzione di CPSredEV e della CPSreqF ottenuta all'uscita del blocco MM.

Nel caso di un apparecchio frigorifero dotato di più di due celle, per ogni cella verranno effettuate le valutazioni relative alla cold request ed alla richiesta al compressore da parte di quella cella, in un modo del tutto conforme a quanto su descritto. Ogni valore di richiesta al

compressore è portato ad un blocco del tutto simile a MM di fig. 2, il quale applica i criteri su descritti di scelta del valore da fornire in uscita, analogo a CPSreqF, verso un blocco di calcolo del tipo di CLC' su descritto. In particolare, il valore da fornire in uscita sarà zero, se tutti gli ingressi sono a zero, sarà quello diverso da zero, nel caso di tutti gli altri a zero, oppure sarà il massimo o il minimo tra i valori di ingresso diversi da zero, secondo i criteri di scelta su descritti.

Nel caso di un apparecchio refrigerante del tipo "no-frost", dotato di damper alla cella frigo, come su descritto, anche il grado di apertura del damper può essere regolato in base ad un criterio del tipo di quelli su descritti.

In generale, il damper può assumere una posizione di completa apertura o completa chiusura, o una posizione intermedia, facendo circolare una quantità variabile di aria all'interno della cella frigo. Si individua un parametro di soglia DMPth preimpostato come livello percentuale da posizionare sul grafico della curva di fig. 3 relativa all'andamento della cold request della cella frigo su cui il damper è applicato. Quando la curva di cold request della cella frigo assume valori superiori a DMPth, il damper è completamente aperto, mentre per valori inferiori alla soglia, l'apertura del damper viene modulata in funzione della differenza tra soglia e cold request, fino ad una possibile chiusura, realizzando un'interazione di effetti di controllo tra cella frigo e damper.

Il principio generale che sta alla base del metodo di controllo dell'apparecchio refrigerante oggetto

dell'invenzione, è che vengono considerate le richieste al compressore di ogni cella e dell'evaporatore; le richieste al compressore si esplicitano normalmente nella determinazione della velocità di rotazione del compressore, da un valore minimo, al limite spento, ad un massimo. Se la temperatura dell'evaporatore è alta, allora l'evaporatore dà effetto alla propria richiesta al compressore, che si integra con quelle provenienti dalle celle; se invece la temperatura dell'evaporatore è bassa, in realtà l'evaporatore dà effetto ad una richiesta al compressore non di incremento di velocità, ma di riduzione rispetto alle richieste in corso da parte delle celle. Se la temperatura dell'evaporatore è già sufficientemente bassa, anche se le celle stanno richiedendo un incremento della velocità del compressore, per ottimizzare il funzionamento del compressore stesso si può ridurre tale richiesta. Il metodo di controllo dà quindi una prevalenza alla considerazione delle esigenze dell'evaporatore, rispetto a quelle delle celle. In questo modo si ottimizza il comportamento dell'apparecchio refrigerante in termini di consumi e di efficienza energetica.

La realizzazione del dispositivo di controllo per l'attuazione del metodo come su descritto non costituisce problema per il tecnico del ramo, il quale avrà a disposizione alternative sia hardware che software. I rilevatori di temperatura delle celle e dell'evaporatore sono di tipo noto e normalmente già presenti nell'apparecchio.

Le fasi del metodo possono essere realizzate tramite un controllore di tipo noto dal punto di vista hardware. Dal

punto di vista software, il metodo di controllo della presente invenzione può essere vantaggiosamente realizzato tramite un programma per elaboratore, che comprende mezzi di codifica per la realizzazione di uno o più passi del metodo, quando questo programma è eseguito su di un elaboratore. Pertanto si intende che l'ambito di protezione si estende a detto programma per elaboratore ed inoltre a mezzi leggibili da elaboratore che comprendono un messaggio registrato, detti mezzi leggibili da elaboratore comprendendo mezzi di codifica di programma per la realizzazione di uno o più passi del metodo, quando detto programma è eseguito su di un elaboratore.

E' chiaro che molte varianti sono possibili all'uomo esperto del settore senza per questo fuoriuscire dall'ambito di protezione quale risulta dalle rivendicazioni allegate.

Tuttavia, anche queste forme di realizzazione non esulano dall'ambito di protezione della presente invenzione.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo di controllo di un apparecchio refrigerante, detto apparecchio refrigerante comprendendo un circuito frigorifero in cui è inserito un evaporatore (EV) e un compressore a giri variabili (CPS), ed almeno una cella (FG, FZ) che viene raffreddata da detto circuito frigorifero, detto metodo comprendendo i passi di:

- calcolare per detto evaporatore (EV) una prima funzione di richiesta al compressore (CPSreqEV), che dipende dalla temperatura dell'evaporatore;

- calcolare per detta almeno una cella (FG, FZ) una seconda funzione di richiesta al compressore (CPSreqF), che dipende dalla temperatura della cella;

- calcolare una funzione di richiesta al compressore complessiva (CPSreqTOT) che, se detta prima funzione è diversa da zero, è data da un'operazione di scelta tra dette prima e seconda funzione di richiesta al compressore, se invece detta prima funzione è nulla, è data da detta seconda funzione di richiesta al compressore moltiplicata per un fattore di riduzione (SF);

- controllare detto compressore tramite detta funzione di richiesta al compressore complessiva.

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detta fase di calcolare per detto evaporatore (EV) una prima funzione di richiesta al compressore (CPSreqEV), comprende:

- calcolare una prima funzione proporzionale/integrale (PIEV) della differenza tra una temperatura effettiva (TEV) ed una temperatura desiderata (TDEV) dell'evaporatore, ottenendo una prima funzione di cold request (CREV);

- stabilire una prima soglia (ON%) ed una seconda

soglia (OFF%), minore della prima, per detta prima funzione di cold request (CREV);

- calcolare detta prima funzione di richiesta al compressore (CPSreqEV) negli intervalli in cui detta prima funzione cold request (CREV) supera detta prima soglia (ON%) fino al raggiungimento di detta seconda soglia (OFF%), negli intervalli rimanenti ponendo a zero detta prima funzione di richiesta al compressore (CPSreqEV).

3. Metodo secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui detta fase di calcolare per detta almeno una cella (FG, FZ) una seconda funzione di richiesta al compressore (CPSreqEV), comprende:

- calcolare una seconda funzione proporzionale/integrale (PIF) della differenza tra una temperatura effettiva (TEF) ed una temperatura desiderata (TDF) di detta almeno una cella, ottenendo una seconda funzione di cold request (CRF);

- stabilire una prima soglia (ON%) ed una seconda soglia (OFF%), minore della prima, in detta seconda funzione di cold request (CRF);

- calcolare detta seconda funzione di richiesta al compressore (CPSreqF) negli intervalli in cui detta seconda funzione cold request (CREV) supera detta prima soglia fino al raggiungimento di detta seconda soglia (OFF%), negli intervalli rimanenti ponendo a zero detta seconda funzione di richiesta al compressore (CPSreqF).

4. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto fattore di riduzione (SF) è un valore diverso da zero in detti intervalli in cui si pone a zero detta prima funzione di richiesta al compressore

(CPSreqEV) e dipende da detta seconda funzione di richiesta al compressore (CPSreqF).

5. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui , per un numero di celle uguale o maggiore di due, il metodo comprende le fasi di:

- calcolare per ognuna di dette celle una funzione di richiesta al compressore (CPSreqFG, CPSreqFZ), che dipende dalla temperatura della relativa cella;

- determinare detta seconda funzione di richiesta al compressore (CPSreqF) in modo tale che:

- essa abbia valore zero, quando tutte le funzioni di richiesta al compressore (CPSreqFG, CPSreqFZ) calcolate da dette due o più celle sono uguali a zero;

- essa abbia il valore della funzione di richiesta al compressore (CPSreqFG, CPSreqFZ) calcolata dalla cella di dette due o più celle che ha valore diverso da zero, quando tutte le altre sono a zero;

- essa abbia un valore scelto tra il massimo o il minimo tra tutti i valori diversi da zero della funzione di richiesta al compressore (CPSreqFG, CPSreqFZ) calcolata da dette due o più celle, quando sono diversi da zero due o più di detti valori.

6. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui dette prima oppure seconda funzione di richiesta al compressore (CPSreqEV, CPSreqF) sono calcolate in modo che in detti intervalli in cui detta prima o rispettivamente seconda funzione cold request (CREV, CRF) supera detta prima soglia (ON%) fino al raggiungimento di detta seconda soglia (OFF%):

- dal superamento della prima soglia (ON%), fino a che

detta prima o rispettivamente seconda funzione cold request (CREV, CRF) è crescente e raggiunge un valore massimo (x), detta prima oppure seconda funzione di richiesta al compressore (CPSreqEV, CPSreqF) è proporzionale alla differenza fra il valore di detta prima o rispettivamente seconda funzione cold request (CREV, CRF) e la prima soglia (ON%);

- dal raggiungimento del valore massimo (x), fino al raggiungimento di detta seconda soglia (OFF%), detta prima oppure seconda funzione di richiesta al compressore (CPSreqEV, CPSreqF) è proporzionale alla rispettiva differenza fra detto valore massimo (x) e detta seconda soglia (OFF%).

7. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto apparecchio refrigerante è del tipo "no-frost", comprendente una cella frigo dotata di damper ad apertura variabile, il metodo comprende le fasi di:

- determinare una terza soglia (DMPth) per detta seconda funzione di cold request (CRF) di detta cella frigo dotata di damper;

~~preimpostato come livello percentuale da posizionare sul grafico della curva di fig. 3 relativa all'andamento della cold request della cella frigo su cui il damper è applicato.~~ - determinare una completa apertura del damper quando detta seconda ~~Quando la curva~~ funzione di cold request (CRF) della cella frigo assume valori superiori a detta terza soglia (DMPth);

- quando detta seconda funzione di cold request (CRF) della cella frigo assume valori inferiori a detta terza

soglia (DMPth), determinare una, ~~il damper è completamente aperto, mentre per valori inferiori alla soglia, l'apertura del damper viene modulata in~~ proporzionale alla differenza tra detta terza soglia (DMPth) ~~soglia~~ e detta seconda funzione di cold request (CRF) ~~cold request~~, fino ad una possibile chiusura del damper, realizzando un'interazione di effetti di controllo tra cella frigo e damper.

8. Apparecchio refrigerante (101) comprendente un circuito frigorifero in cui è inserito un evaporatore (EV) e un compressore a giri variabili (CPS), ed almeno una cella (FG, FZ) che viene raffreddata da detto circuito frigorifero, rilevatori di temperatura di detta almeno una cella e detto evaporatore, e mezzi per la realizzazione del metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 6.

9. Apparecchio refrigerante (101) come nella rivendicazione 98, del tipo "no-frost", comprendente una cella frigo dotata di damper ad apertura variabile, e mezzi per la realizzazione del metodo secondo la rivendicazione 7.

10. Apparecchio refrigerante (101) secondo la rivendicazione 8 o 9, in cui detto apparecchio (101) è un frigorifero o un congelatore.

11. Dispositivo di controllo di un apparecchio refrigerante comprendente mezzi per eseguire i passi del metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 7.

CLAIMS

1. A method for controlling a refrigerating appliance, said refrigerating appliance comprising a refrigerating circuit which includes an evaporator (EV) and a variable-speed compressor (CPS), and at least one cell (FG, FZ) which is cooled by said refrigerating circuit, said method comprising the steps of:

- calculating, for said evaporator (EV), a first compressor request function (CPSreqEV) which depends on the evaporator temperature;

- calculating, for said at least one cell (FG, FZ), a second compressor request function (CPSreqF) which depends on the cell temperature;

- calculating a total compressor request function (CPSreqTOT) which, if said first function is different from zero, is given by an operation of selecting between said first and second compressor request functions, if else said first function is null, is given by said second compressor request function multiplied by a reduction factor (SF);

- controlling said compressor through said total compressor request function.

2. A method according to claim 1, wherein said step of calculating a first compressor request function (CPSreqEV) for said evaporator (EV) comprises:

- calculating a first proportional/integral function (PIEV) of the difference between an actual temperature (TEV) and a desired temperature (TDEV) of the evaporator, thereby obtaining a first cold request function (CREV);

- establishing a first threshold (ON%) and a second threshold (OFF%), which is lower than the first one, for

said first cold request function (CREV);

- calculating said first compressor request function (CPSreqEV) in the intervals where said first cold request function (CREV) exceeds said first threshold (ON%) until it reaches said second threshold (OFF%), and setting said first compressor request function (CPSreqEV) to zero in the remaining intervals.

3. A method according to claim 1 or 2, wherein said step of calculating a second compressor request function (CPSreqEV) for said at least one cell (FG, FZ) comprises:

- calculating a second proportional/integral function (PIF) of the difference between an actual temperature (TEF) and a desired temperature (TDF) of said at least one cell, thereby obtaining a second cold request function (CRF);

- establishing a first threshold (ON%) and a second threshold (OFF%), which is lower than the first one, in said second cold request function (CRF);

- calculating said second compressor request function (CPSreqF) in the intervals where said second cold request function (CREV) exceeds said first threshold until it reaches said second threshold (OFF%), and setting said second compressor request function (CPSreqF) to zero in the remaining intervals.

4. A method according to any one of the preceding claims, wherein said reduction factor (SF) is a value different from zero in said intervals where said first compressor request function (CPSreqEV) is set to zero, and depends on said second compressor request function (CPSreqF).

5. A method according to any one of the preceding

claims, wherein, for a number of cells equal to or greater than two, the method comprises the steps of:

- calculating, for each of said cells, a compressor request function (CPSreqFG, CPSreqFZ) which depends on the temperature of the respective cell;

- determining said second compressor request function (CPSreqF) in a manner such that:

- its value is zero when all the compressor request functions (CPSreqFG, CPSreqFZ) calculated for said two or more cells are equal to zero;

- it has the value of the compressor request function (CPSreqFG, CPSreqFZ) calculated for that cell of said two or more cells which has a value different from zero, when all the other cells are zero;

- it has either the maximum value or the minimum value of all values different from zero of the compressor request function (CPSreqFG, CPSreqFZ) calculated for said two or more cells, when two or more of said values are different from zero.

6. A method according to any one of the preceding claims, wherein said first or said second compressor request functions (CPSreqEV, CPSreqF) are calculated in a manner such that, in said intervals where said first or said second cold request functions (CREV, CRF), respectively, exceed said first threshold (ON%) up to reaching said second threshold (OFF%):

- starting from when the first threshold (ON%) is exceeded, and until said first or said second cold request function (CREV, CRF), respectively, increases and reaches a maximum value (x), said first or said second compressor

request function (CPSreqEV, CPSreqF) is proportional to the difference between the value of said first or said second cold request function (CREV, CRF), respectively, and the first threshold (ON%);

- starting from when the maximum value (x) is reached, and until reaching said second threshold (OFF%), said first or said second compressor request function (CPSreqEV, CPSreqF) is proportional to the respective difference between said maximum value (x) and said second threshold (OFF%).

7. A method according to any one of the preceding claims, wherein said refrigerating appliance is of the "no-frost" type and comprises a refrigerator cell fitted with a variable-opening damper, the method comprising the steps of:

- determining a third threshold (DMPth) for said second cold request function (CRF) of said refrigerator cell fitted with a damper;

- determining a full opening of the damper when said second cold request function (CRF) takes values greater than said third threshold (DMPth), then the damper is fully open; for values below the threshold;

- when said second cold request function (CRF) takes values lower than said third threshold (DMPth), determining an opening of the damper in proportion to the difference between said third threshold (DMPth) and said second cold request function (CRF), until a possible closure of the damper, thus obtaining control interaction between the refrigerator cell and the damper.

8. A refrigerating appliance (101) comprising a

refrigerating circuit which includes an evaporator (EV) and a variable-speed compressor (CPS), and at least one cell (FG, FZ) which is cooled by said refrigerating circuit, sensors for detecting the temperature of said at least one cell and said evaporator, and means for implementing the method according to any one of claims 1 to 6.

9. A refrigerating appliance (101) according to claim 8, of the "no-frost" type, comprising a refrigerator cell fitted with a variable-opening damper, and means for implementing the method according to claim 7.

10. A refrigerating appliance (101) according to claim 8 or 9, wherein said appliance (101) is a refrigerator or a freezer.

11. A device for controlling a refrigerating appliance, comprising means for implementing the steps of the method according to any one of claims 1 to 7.

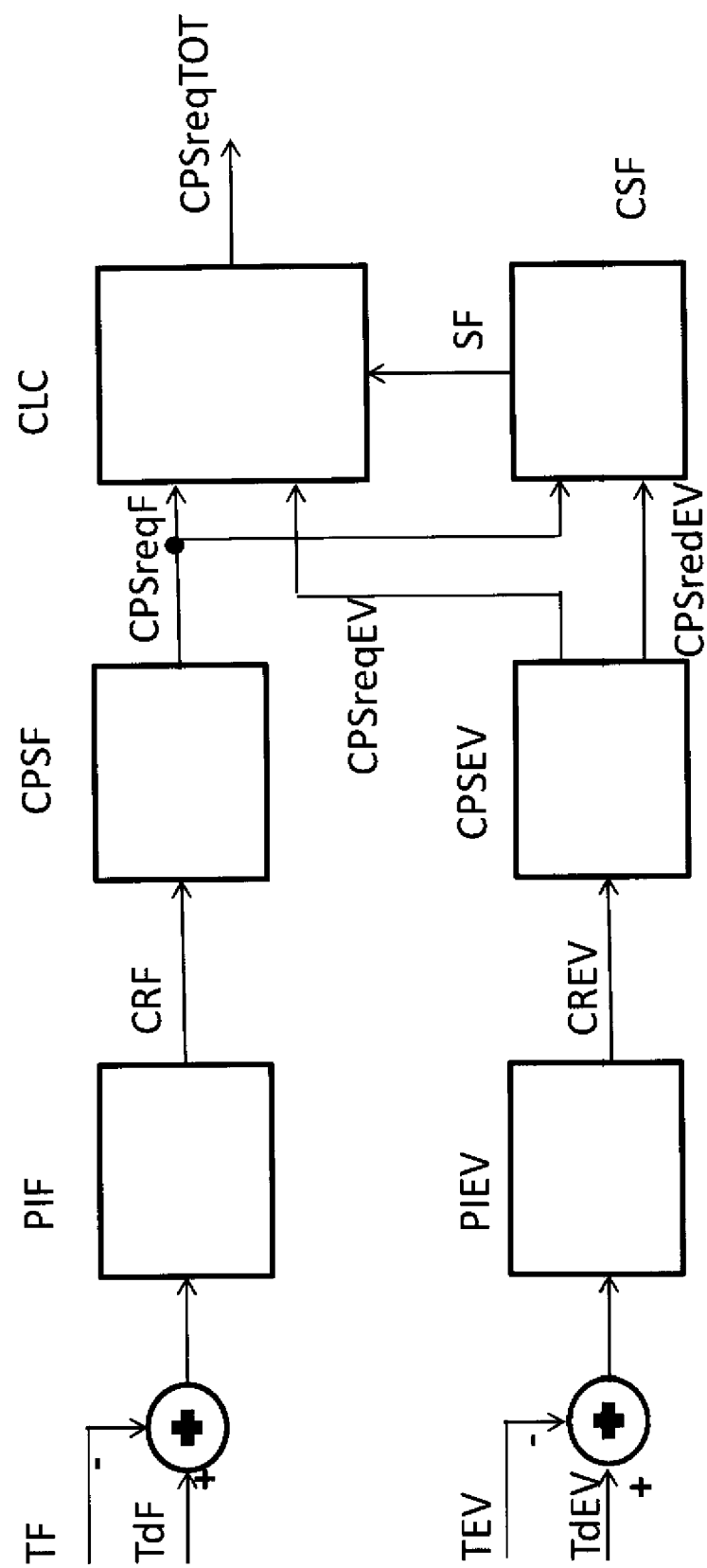


FIG. 1

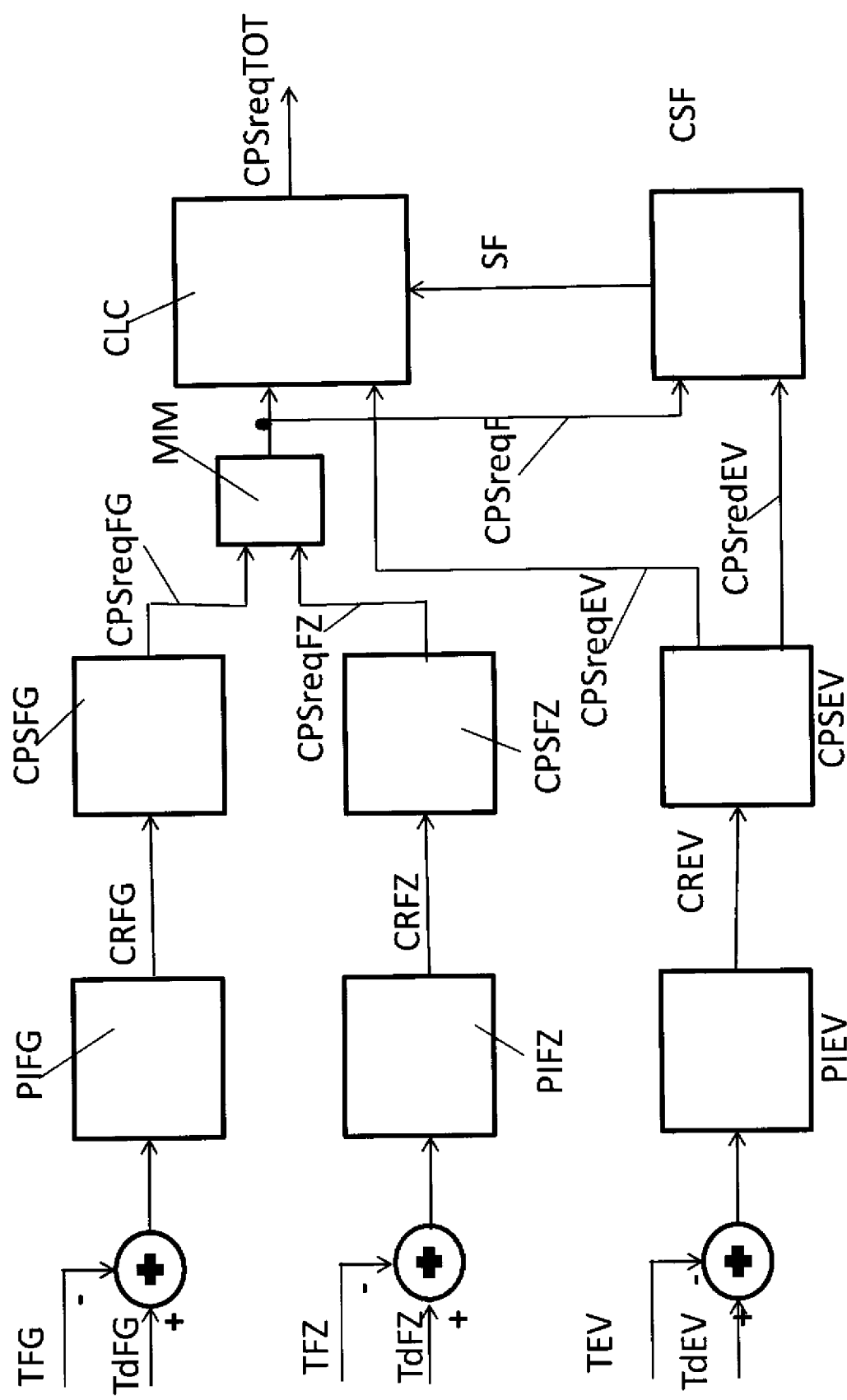


FIG. 2

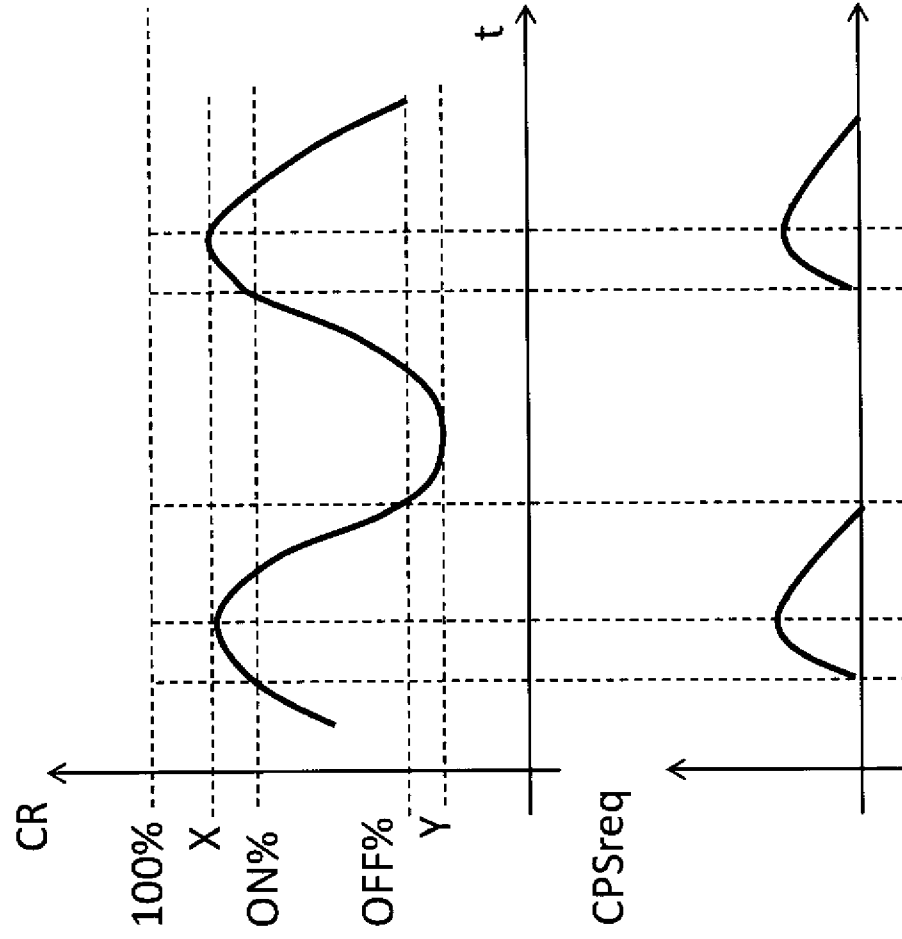


FIG. 3

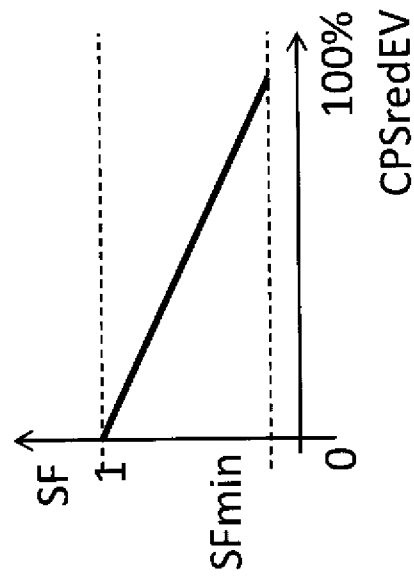


FIG. 4