



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

DOMANDA NUMERO	102007901511541
Data Deposito	05/04/2007
Data Pubblicazione	05/10/2008

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	16	T		

Titolo

ESSICCATORE

DESCRIZIONE

La presente invenzione ha per oggetto un essiccatore di un gas compresso del tipo includente le caratteristiche menzionate nel preambolo della rivendicazione principale. L'invenzione inoltre si riferisce ad un metodo di gestione dell'essiccatore di cui sopra.

L'invenzione si colloca preferibilmente, ma non esclusivamente, nel settore specifico degli impianti di essiccazione di gas compressi, ad esempio aria, impiegati nei vari ambiti industriali in cui è necessario disporre di aria a pressione maggiore di quella atmosferica, privata dell'umidità in sospensione.

In tale ambito tecnico, sono noti gli essiccatori di aria a refrigerazione in cui l'aria compressa viene raffreddata, mediante uno o più scambiatori di calore, in modo da separare per condensazione l'acqua in sospensione nell'aria.

Tra gli essiccatori d'aria a refrigerazione, sono noti il tipo ad espansione diretta e quello a massa termica.

Un essiccatore d'aria ad espansione diretta comprende almeno uno scambiatore di calore a fluido refrigerante, collegato ad un circuito frigorifero provvisto di compressore, in cui la temperatura dell'aria compressa viene abbassata mediante contatto delle pareti fredde che delimitano i volumi in cui circola il fluido refrigerante.

Un essiccatore d'aria a massa termica comprende, in aggiunta a quanto sopra indicato, un volume di un liquido o di un solido in particelle interposto tra lo scambiatore di calore a fluido refrigerante e l'aria da raffreddare.

In entrambi i tipi di essiccatori a refrigerazione, risulta vantaggioso poter

modulare il carico, in altre parole la capacità frigorifera, per poterla adattare ai consumi effettivi di aria compressa. Generalmente, questa modulazione viene effettuata collegando il compressore del circuito frigorifero ad un inverter, tramite il quale viene variata la velocità di rotazione del motore del compressore, in modo tale da variare la portata.

Il controllo tramite inverter di un compressore presenta tuttavia alcuni inconvenienti, il principale dei quali è il relativamente ristretto intervallo di regolazione della velocità del motore del compressore disponibile. Difatti, nel caso in cui il numero di giri del motore del compressore si riduca al di sotto di una prestabilita soglia, non è più possibile effettuare una adeguata lubrificazione dello stesso in quanto la lubrificazione del motore del compressore avviene sostanzialmente per “sbattimento” dell’olio lubrificante.

Pertanto nel caso in cui risulti necessario diminuire la frequenza rotazionale del motore del compressore poiché cala il carico applicato, non è possibile scendere al di sotto di una certa frequenza senza danneggiare il motore stesso.

Nella tecnica nota, per ovviare a questo inconveniente, ovvero per scendere al di sotto di una certa capacità frigorifera, si effettua pertanto, al di sotto della soglia prefissata di velocità angolare sostenibile senza danni dal motore, una sequenza di accensioni e spegnimento dello stesso (regime on/off) in modo da adeguarsi al basso carico senza sprechi eccessivi di energia ed evitare il formarsi di ghiaccio se fossero raggiunte temperature troppo basse.

Nel caso di essiccatori a massa termica, entrare in un regime di on/off non

crea eccessivi inconvenienti, poiché il volume di liquido o solido utilizzato come massa è tale da poter generalmente mantenere la temperatura costante dell'aria raffreddata anche durante la fase di off. Negli essiccatori ad espansione diretta questo mantenimento della temperatura non è
5 effettuato dall'aria che ha una capacità termica insufficiente. Devono quindi essere implementati degli accorgimenti per compensare queste variazioni di temperatura durante i periodi di spegnimento del motore del compressore.

Lo scopo principale della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un essiccatore di gas compresso, ed un metodo di gestione
10 dello stesso, strutturalmente e funzionalmente concepiti per ovviare a tutti gli inconvenienti lamentati con riferimento alla tecnica nota citata.

Questo scopo ed altri ancora che meglio appariranno nel seguito sono affrontati e risolti dal trovato mediante un essiccatore realizzato in accordo con le rivendicazioni che seguono.

15 Le caratteristiche ed i vantaggi dell'invenzione meglio risulteranno dalla descrizione dettagliata di una sua forma di realizzazione preferita illustrata, a titolo indicativo e non limitativo, con riferimento agli uniti disegni in cui:

- la figura 1 è una figura in alzato laterale schematica di un essiccatore realizzato in accordo con la presente invenzione,
- 20 - la figura 2 rappresenta uno schema circuitale del circuito frigorifero utilizzato nell'essiccatore della figura 1,
- la figura 3 rappresenta uno schema a macro-blocchi di un metodo di gestione dell'essiccatore della figura 1,
- le figure 4 e 4a rappresentano due schemi a blocchi dettagliati del
25 metodo di figura 3, in particolare la figura 4a rappresenta in modo

più dettagliato le fasi 5F e 6F di figura 4,

- la figura 5 rappresenta uno primo grafico dell'andamento del numero di giri al minuto impostati dall'inverter di un compressore in funzione del tempo (grafico in alto), un secondo grafico visualizzante l'accensione o spegnimento del compressore maggiore (grafico centrale), e un terzo grafico visualizzante l'accensione o spegnimento del compressore minore (grafico in basso), supponendo un continuo aumento di carico nel tempo,.

- la figura 6 rappresenta un grafico dell'andamento del numero di giri/min in funzione della pressione nell'essiccatore della figura 1.

Con iniziale riferimento alla figura 1, con 1 è complessivamente indicato un essiccatore di gas compresso a refrigerazione realizzato in accordo con la presente invenzione.

L'essiccatore di gas 1 è del tipo a refrigerazione e può essere o ad espansione diretta o a massa termica. L'essiccatore 1 è atto ad essiccare per deumidificazione qualunque tipo di gas compresso, con particolare attenzione all'aria. Altri tipi di gas utilizzabili possono essere azoto o metano.

L'essiccatore 1, rappresentato solo schematicamente in figura 1, comprende un corpo scatolare 2 sul quale sono realizzati un ingresso per il gas 3 ed un'uscita dello stesso 4, nonché un condotto di uscita per la condensa 5. E' inoltre prevista una connessione (non raffigurata) ad un generatore di corrente elettrica (non raffigurato), ad esempio la rete elettrica.

La destinazione d'uso dell'essiccatore 1 può essere la più varia, ad esempio può essere utilizzato come deumidificatore di un gas compresso (in

particolare aria), in lavorazioni industriali per fornire potenza ad apparecchiature di tipo pneumatico, stampaggio o soffiaggio di materie plastiche, verniciatura, per la pulizia e/o l'asciugatura di prodotti, nonché aria per la combustione.

5 All'interno dell'essiccatore 1, il gas entrante tramite l'ingresso 3 viene deumidificato tramite un impianto frigorifero 10 (rappresentato schematicamente in figura 2) che mediante un ciclo frigorifero deumidifica il gas (preferibilmente aria) in entrata in modo tale da abbassarne il punto di rugiada per minimizzare la tendenza alla formazione di liquido nelle linee di
10 distribuzione del gas compresso. Difatti, all'aumento della pressione aumenta nello stesso tempo la pressione del vapore da cui la tendenza alla formazione di liquido.

L'impianto frigorifero 10 comprende un collettore 11 di ingresso del gas, in comunicazione di fluido con l'ingresso di gas 3 dell'essiccatore 1 o
15 coincidente con esso, per l'immissione del gas da essiccare ed un collettore di uscita di gas 12. In prossimità dell'ingresso del gas 11, l'impianto 10 comprende altresì uno o più (in un esempio preferito dell'invenzione, da 5 a 10) moduli di scambio termico 13, sede dello scambio termico tra il gas umido caldo in ingresso all'impianto frigorifero 10 dal collettore 11 ed un
20 fluido frigorifero, preferibilmente di tipo noto nel settore, ad esempio il fluido denominato R407c. Altri fluidi frigoriferi sono tuttavia utilizzabili nell'impianto 10 dell'invenzione.

Ciascun modulo di scambio termico 13 è preferibilmente in sé noto, ad esempio, può contenere un evaporatore 14, in cui il fluido frigorifero è
25 lasciato espandere e passa dallo stato liquido a vapore, un separatore di

condensa 15 ed uno scambiatore aria – aria 16 in cui il gas in ingresso effettua uno scambio termico con gas già deumidificato. Altri tipi di moduli 13 includenti differenti componenti possono essere tuttavia utilizzati nell'essiccatore secondo l'invenzione.

5 Il gas in ingresso, quindi, successivamente allo scambio termico nel modulo 13, è emesso tramite il condotto 12 secco e freddo pronto per l'utilizzo a cui è destinato.

L'impianto frigorifero 10 comprende un circuito frigorifero 20 per il raffreddamento del fluido frigorifero sopra menzionato che è atto ad
10 effettuare lo scambio termico con il gas in ingresso all'impianto 10.

Il circuito frigorifero 20 è preferibilmente un circuito chiuso e comprende, secondo una principale caratteristica dell'invenzione, una pluralità di compressori, la cui funzione è di aspirare il vapore surriscaldato proveniente dall'evaporatore 14: il fluido frigorifero cioè lascia il modulo di scambio
15 termico 13 allo stato di vapore saturo (o eventualmente surriscaldato) ed entra nella pluralità di compressori ove viene compresso.

Nell'esempio preferito di figura 2, il numero di compressori è pari a due, denominati 21a e 21b, ma il numero di compressori può essere variato a piacere a patto che risultino in numero maggiore od uguale a due.

20 Preferibilmente, ciascun compressore 21a,21b utilizzato è di tipo volumetrico ed ermetico, ovvero compressore e motore sono inglobati in un unico involucro ermetico.

Ciascun compressore 21a,21b è accoppiato ad un inverter (non visibile nelle figure), per la sua rispettiva regolazione. L'inverter di ciascun compressore
25 21a, 21b è atto a variare il numero di giri di quest'ultimo per adattarsi al

diverso carico imposto all'essiccatore 1. Come noto, i compressori volumetrici hanno la caratteristica di avere portata direttamente proporzionale alla velocità di rotazione e rapporto di compressione indipendente da questo, pertanto variando il numero di giri/min è variata
5 anche la portata del compressore.

Ulteriormente, il circuito frigorifero 20 comprende un condensatore 22 verso cui il fluido frigorifero compresso in uscita dai compressori 21a, 21b viene sospinto e dove il fluido frigorifero cede calore (trovandosi in uno stato di fluido "caldo" e compresso) ad un fluido esterno a temperatura più bassa,
10 ad esempio aria o acqua (nel circuito di figura 2, il fluido raffreddante è acqua e vengono visualizzati l'ingresso 3A e l'uscita 4A dell'acqua, tuttavia altro fluido quale aria può essere impiegato), in modo tale da tornare allo stato liquido; ed uno o più dispositivi di laminazione 23 (uno per ogni modulo di scambio termico 13) per ridurre la pressione del fluido
15 frigorifero. E' inoltre previsto un serbatoio ricevitore di condensa 24 proveniente dal modulo di scambio termico 13, condensa che viene scaricata al bisogno tramite opportune valvole 25. Condensatore 22, dispositivo di laminazione 23 e scarico condensa 24 come altre caratteristiche non ulteriormente descritte dell'impianto 10 sono in sé noti,
20 preferibilmente standard nel settore, e non verranno ulteriormente descritti nel dettaglio.

I due compressori 21a, 21b, o nel caso di una pluralità di compressori almeno due compressori della pluralità, sono tra loro distinti, ovvero hanno una diversa portata di gas minima e massima (o alternativamente, un
25 diverso volume spostato), ed una distinta prevalenza, l'uno rispetto all'altro.

Pertanto è possibile definire un compressore di portata “minore”, a parità di prevalenza, identificato nell'esempio di figura 2 con il compressore 21a e nel metodo di regolazione dell'essiccatore 1 sotto descritto come “compressore 2”, ed un compressore di portata “maggiore”, a parità di
5 prevalenza, identificato nell'esempio di figura 2 con il compressore 21b e nel metodo come “compressore 1”.

Ciascun compressore 21a, 21b ha un numero di giri variabile, tramite l'inverter ad esso associato, in un range prefissato di giri al minuto per un suo funzionamento ottimale, ovvero senza che si verifichino problematiche
10 di cattiva lubrificazione, range che dipende dal tipo di compressore ed in particolare dalla sua curva caratteristica. Pertanto, per ogni compressore è stabilito un numero di giri minimo al minuto (pari alla portata minima) ed un numero di giri massimo al minuto (pari alla portata massima). Ad esempio, il range di giri/min per un corretto funzionamento relativamente ai
15 compressori in oggetto è compreso tra 40 Hz a 65 Hz per entrambi i compressori 21a e 21b, tuttavia possono essere stabiliti dei valori distinti di minimo e massimo per ciascun compressore.

Preferibilmente, la portata ottenibile con il compressore “minore” 21a comandato al numero massimo di giri al minuto consentito è
20 sostanzialmente pari o di poco inferiore alla portata ottenuta con il compressore “maggiore” 21b al numero minimo di giri/min consentito, così da non avere brusche variazioni di portata passando da una configurazione con il solo compressore 21a acceso al massimo di giri/min ad una configurazione con il solo compressore 21b acceso al minimo di giri/min.

25 I compressori 21a, 21b, in particolare gli inverter corrispettivi, vengono

regolati tramite un metodo di gestione dell'invenzione, attuato tramite un programma apposito residente in una centralina di controllo 27 dell'essiccatore 1, in modo tale da modulare la loro rispettiva portata in modo continuo in un ampio range di portata complessiva, maggiore dei
5 singoli range di ogni compressore.

Alla centralina di controllo 27, inoltre, pervengono una pluralità di informazioni relative allo stato dell'essiccatore 1, in particolare dell'impianto frigorifero 10. Ad esempio, l'impianto 10 comprende un trasduttore 26 per la misura di una pressione LP, pari alla pressione del fluido a monte dei
10 compressori 21a,21b, e mezzi (non raffigurati ed in sé standard) per l'invio del segnale di pressione LP alla centralina 27.

Gli inverter dei compressori 21a,21b sono asserviti alla centralina 27 che emette un segnale di comando per definire il loro stato operativo, in funzione della pressione LP. Il meccanismo di controllo è basato sulle
15 variazioni del valore della pressione LP in quanto è una variabile più facilmente controllabile rispetto alla temperatura, a cui è collegata.

In particolare, dati due compressori 21a e 21b, secondo il metodo di regolazione dell'essiccatore, sono possibili tre differenti stati operativi degli stessi: un primo stato operativo in cui solo il compressore "minore" è acceso
20 (identificato nel seguito come stato 1), un secondo stato operativo in cui solo il compressore "maggiore" è acceso (stato 2) ed un terzo stato operativo in cui entrambi i compressori sono accesi (stato 3). Nel seguito, pertanto, con il termine "aumentare di stato" viene indicato il passaggio da uno stato dei compressori a quello immediatamente successivo (ovvero
25 dallo stato 1 allo stato 2, o dallo stato 2 allo stato 3), mentre "diminuire di

stato” indica il passaggio da uno stato a quello immediatamente precedente (dallo stato 2 allo stato 1, o dallo stato 3 allo stato 2). All'interno di ciascuno di questi stati operativi è possibile variare il numero di giri del/dei compressore/i acceso/i al fine di regolarne la portata, così da ottenere una
5 regolazione continua dal valore di portata minimo ottenibile con il compressore minore al numero minimo di giri/min fino alla portata massima ottenibile con il compressore sia minore che maggiore al loro rispettivo massimo di giri/min.

Sono inoltre previste due distinte ed alternative fasi di “minimo”, ovvero fasi
10 in cui il carico applicato è inferiore a quello raggiungibile con il numero minore di giri del compressore “minore”, che saranno dettagliate nel seguito.

Con riferimento ora alla figura 3, il metodo di gestione dell'essiccatore 1, in particolare dei due compressori 21a,21b, è rappresentato tramite macro-
15 fasi distinte. Una prima macro-fase è relativa all'accensione dell'essiccatore (macro-fase 1F) nella quale vengono inizializzate alcune variabili dei compressori 21a, 21b (descritte nel seguito) e viene selezionato quale tra i due compressori è il primo da accendere, ad esempio preferibilmente il compressore minore 21a.

20 Successivamente, a seconda del carico rilevato, viene alternativamente o aumentato o diminuito o mantenuto lo stato operativo dei compressori (macro-fase 2F, macrofase 4F e macrofase 3F rispettivamente). Aumentare di stato operativo comporta o l'aumento del numero di compressori utilizzati (da stato 2 a stato 3: da un solo compressore acceso a due compressori
25 accesi) o il passaggio dall'utilizzo solamente del compressore “minore”

all'utilizzo solamente del compressore "maggiore" (da stato 1 a stato 2).
Mantenere lo stesso stato operativo indica effettuare una modulazione del
numero di giri/min del compressore/i acceso/i sempre all'interno comunque
di quel particolare stato operativo (macro-fase 3F). Infine, diminuire lo stato
5 operativo (macrofase 4F) significa passare da due compressori accesi ad
uno solo (da stato 3 a stato 2) o dall'utilizzo del compressore "maggiore"
21b al compressore "minore" 21a (da stato 2 a stato 1) a seconda del
valore della pressione in ingresso LP ai compressori misurata tramite il
trasduttore 26.

10 Tipici valori della pressione di ingresso LP sono dell'ordine dei 4-6 bar.
Secondo il metodo dell'invenzione, è possibile passare da una fase all'altra
2F-3F-4F a seconda delle variazioni o meno di carico riscontrate, nel modo
esemplificato nel seguito.

Per passare alla macrofase 2F o 4F, partendo dalla macrofase 3F di
15 modulazione, si effettua la seguente verifica: in una determinata fase del
metodo dell'invenzione, viene misurato il valore della pressione LP e viene
verificato se il valore misurato della pressione LP ha raggiunto un
determinato valore di pressione di soglia (sia superiore che inferiore), nella
cui eventualità si passa ad un differente stato operativo, entrando pertanto
20 all'interno delle macrofasi 2F o 4F.

Effettuato il cambio di stato operativo tramite le macrofasi 2F o 4F, si
ritorna automaticamente alla macrofase di modulazione 3F in cui viene
modulato (anche mantenendo eventualmente invariato) il numero di
giri/min del/i compressore/i acceso/i.

25 Ad esempio, al raggiungimento del valore massimo di soglia per la

pressione LP e contemporaneamente trovandosi in uno stato in cui è raggiunto il numero massimo di giri/min per il compressore “minore” 21a, viene spento quest’ultimo ed acceso il secondo compressore 21b “maggiore”, mentre al raggiungimento di un ulteriore valore di soglia per la
5 pressione LP nel caso in cui inoltre il compressore maggiore si trovi a lavorare al massimo di giri/min, viene acceso anche il compressore minore in aggiunta al maggiore (i due compressori lavorano assieme).

Preferibilmente, poiché al numero minimo di giri/min il compressore maggiore genera una portata sostanzialmente uguale o lievemente
10 superiore della portata generata dal compressore minore al massimo di giri/min, la variazione tra il primo ed il secondo stato operativo è una variazione continua.

Analogamente, al raggiungimento al valore minimo di soglia per la pressione LP ed al minimo di giri/min per il compressore “maggiore”, viene
15 spento quest’ultimo ed azionato il compressore “minore”. Maggiori dettagli vengono dati nell’analisi puntuale del metodo dell’invenzione nel seguito.

Al raggiungimento del valore minimo di frequenza per il compressore minore, e alla richiesta di ridurre ulteriormente il carico, è attivabile
alternativamente una delle due macrofasi di “minimo” previste dal metodo
20 dell’invenzione, denominate la prima “gas caldo” (macrofase 5F) in cui viene introdotto del fluido a monte dei compressori 21a,21b, e la seconda “on/off” (macrofase 6F) in cui vengono accesi e spenti secondo un determinato schema i compressori stessi, in particolare il compressore “minore” 21a.

Più in dettaglio, facendo ora riferimento alle figure 4 e 4a allegate, nella
25 fase 1F di accensione dell’essiccatore 1, verificata l’effettiva accensione

dello stesso (fase 1fa), viene inizializzata una variabile denominata “inverter”, che rappresenta il valore di giri/min del compressore impostato dall’inverter associato al compressore selezionato, con il valore di frequenza minima possibile, denominata `inv_min_2` (fase 2fa), e viene quindi avviato il compressore “minore” 21a (fase 3fa). Questo stato con solo il compressore minore acceso è identificato come stato operativo 1 dei compressori 21a, 21b.

Nell’esempio preferito di figura 4, il valore minimo di giri/min del compressore “minore” è uguale al numero minimo del compressore “maggiore”, pertanto la costante `inv_min_2` è la stessa associata ad entrambi i compressori (`inv_min_2`= numero di giri/min minimo sia per il compressore 21a che per il compressore 21b). E’ tuttavia previsto dall’invenzione che questa costante possa differire per i due distinti compressori 21a, 21b (e quindi che siano previste due costanti).

Analogamente è definita la costante “`inv_max`”, utilizzata nel seguito, pari al numero di giri/min massimi consentiti per il corretto funzionamento sia del compressore minore che di quello maggiore. Anche in questo caso tuttavia è previsto dall’invenzione utilizzare due distinte costanti, una per compressore, indicanti il numero massimo di giri/min consentito.

Al fine di effettuare l’opportuna modulazione, nel funzionamento dell’essiccatore 1, viene misurata, tramite il traduttore 26, la pressione di aspirazione LP dei compressori e viene comparata con un valore di set point per l’inverter (costante chiamata `SET_INV`, generalmente compresa ad esempio tra 4,5 e 5,5 bar), predefinita nel metodo dell’invenzione nella fase 4fa ed eventualmente variabile prima dell’accensione dell’essiccatore 1. Il

valore della costante di set point SET_INV è sostanzialmente un valore al centro del range di lavoro per il compressore.

Se la pressione LP misurata risulta pari alla pressione di set point SET_INV, è da intendersi che il compressore 21a sta operando al corretto punto di lavoro e pertanto il suo numero di giri non deve essere variato: in termini di operazioni effettuate dal programma di gestione, la variabile “inverter”, che come detto rappresenta il numero di giri/min del compressore in oggetto, rimane la stessa (fase 10fa) e viene quindi effettuato un ulteriore controllo del valore di pressione LP, paragonandolo ad una differente costante SET_A, in una fase di verifica 5fa dettagliata nel seguito.

Nel caso in cui invece la pressione rilevata LP risulti diversa dalla pressione di set point, in particolare preferibilmente diversa rispetto al valore di set point più o meno un certo intervallo di valore prestabilito (ad esempio valore di set point $\pm 0,1$ bar) in modo tale da non variare il numero di giri al minuto a minime variazioni della pressione, si entra in una delle tre possibili macrofasi 2F, 3F o 4F. Difatti, se la pressione LP è distinta dal valore di set point significa che è opportuno variare il numero di giri del compressore stesso.

Innanzitutto, è verificato nella fase 7fa se vi è richiesta ad aumentare lo stato operativo dei compressori (ovvero aumentare il numero di compressori accesi o la tipologia di compressore utilizzata, da minore a maggiore), e, in caso negativo, viene anche verificato se vi sia invece una richiesta a diminuire lo stato operativo (fase 8fa) degli stessi (cioè diminuire il numero di compressori accesi o la tipologia di compressore utilizzata, da maggiore a minore) cioè se vi è richiesta di passaggio da uno stato

operativo all'altro.

Le verifiche nelle fasi 7fa, 8fa selezionano l'entrata in una delle tre macrofasi distinte sopra elencate: si entra nella macrofase 2F nel caso di risposta affermativa alla verifica di fase 7fa di aumentare lo stato operativo, nella fase 3F di modulazione mantenendo lo stato operativo attuale a
5 risposta negativa ad entrambe le verifiche delle fasi 7fa, 8fa, e nella macrofase 4F di diminuzione stato nel caso di risposta affermativa alla verifica di fase 8fa.

Essendo appena stato acceso il compressore minore 21a, l'unica risposta
10 possibile alle verifiche delle fasi 7fa e 8fa è quella negativa, e pertanto si entra nella macrofase 3F di modulazione del numero di giri/min del compressore, mantenendo lo stato iniziale (stato 1).

Si suppone ora che si sia verificato (tramite misura della pressione LP nella fase 4fa) un aumento della pressione LP rispetto al set point SET_INV e
15 quindi sia richiesto un aumento del numero di giri/min del compressore minore 21a.

Al fine di effettuare una variazione del numero di giri del compressore, viene preferibilmente eseguito dal metodo dell'invenzione un controllo ciclico di tempo (fase 9fa). Poiché la pressione LP è diversa da quella di set
20 point, è necessario variare il numero di giri al minuto del compressore, tuttavia questa variazione è effettuata solamente dopo che è trascorso un determinato intervallo di tempo durante il quale questo aumento di pressione LP continua a risultare presente. E' difatti preferibile, secondo l'invenzione, che variazioni del numero di giri/min del compressore (sia
25 maggiore che minore) siano effettuate dopo che si sia verificato più di una

volta, tramite misura e confronto della pressione LP eseguiti nella fase 4fa o 5fa, un aumento o diminuzione del valore di pressione LP, per evitare che avvengano modifiche del valore di giri/min del compressore a fronte di una variazione carico estemporanea e di breve durata. Viene pertanto verificato
5 se è passato questo tempo prefissato, trascorso il quale viene modificato il numero di giri/minuto del compressore da parte dell'inverter, tramite il controllo del valore assunto da una variabile denominata "tempo", che nel metodo dell'invenzione corrisponde ad esempio al numero di cicli, ovvero di loop, del programma di regolazione in esame. Altri conteggi della variabile
10 tempo possono tuttavia essere considerati.

In dettaglio, è definita una costante, denominata `time_set_inv`, il cui valore impostato determina dopo quanti cicli del programma di gestione dell'invenzione viene modificato tramite l'inverter il numero di giri/min del compressore acceso. Pertanto, nel caso in cui la variabile "tempo" risulti
15 inferiore al valore prefissato, il numero di giri del compressore rimane invariato (la variabile "inverter" resta uguale a se stessa, vedi fase 10fa) e si passa al controllo della pressione LP (fase 5fa descritta nel seguito), altrimenti nel caso la variabile "tempo" risulti superiore al valore prefissato `time_set_inv`, viene modificato il numero di giri/min del compressore
20 cambiando la variabile "inverter" di una quantità denominata "funz A" che rappresenta un valore positivo o negativo a seconda del valore di pressione LP misurato dal trasduttore 26 (fase 11fa) e la variabile "tempo" è quindi riазzerata (fase12 fa).

Alternativamente, il valore `time_set_inv` è pre-impostato e la variabile
25 tempo, posta pari a zero ad ogni fase 12fa, si modifica trascorso un

“ritardo” pari a `time_set_inv`.

Il valore di “funz A” è un valore discreto ottenuto tramite interpolazione lineare tra il valore di set point ed il nuovo valore misurato della pressione LP. Come visibile nel grafo di figura 6, il numero di giri/min impostati nel compressore dipende dal valore della pressione misurata LP. E' fissato un
5 determinato set point (indicato nel grafo con SP) che rappresenta sostanzialmente lo “zero” della funzione di interpolazione (punto di lavoro centrale) ed un certo intorno di ampiezza `SET_INV`. E' inoltre fissato il numero minimo e massimo di giri/min possibili per il compressore in
10 oggetto, al di là dei quali il numero di giri/min viene mantenuto costante nonostante eventuali variazioni di pressione rilevati.

E' quindi effettuata una interpolazione lineare tra questi punti e misurata la pressione LP da una interpolazione viene ricavato il numero di giri/min a cui impostare il compressore. Pertanto il valore “funz A” rappresenta il valore
15 istantaneo di interpolazione che viene sommato o sottratto al numero di giri “inverter” a seconda che la pressione misurata LP sia rispettivamente al di sotto o al di sopra del valore di set point.

Effettuato questo aumento (si è supposto che il compressore minore fosse al minimo essendo l'essiccatore appena attivato e che pertanto fosse
20 richiesto un aumento del numero di giri/min), si passa alla fase 5fa in cui si effettua un controllo della pressione LP, fase a cui si sarebbe stati reindirizzati anche nel caso in cui il valore della variabile “tempo” non fosse stato maggiore del valore `time_set_inv`. In quest'ultimo caso, al permanere di un valore di pressione maggiore del set point, si sarebbe ripetuto il ciclo
25 descritto fino a che il valore della variabile “tempo” non fosse risultato

superiore a time_set_inv, valore sopra il quale il numero di giri/min del compressore può essere cambiato.

Nella fase 5fa, viene misurata la pressione LP tramite l'apposito trasduttore 26 e viene confrontata con una costante (riprogrammabile a piacere) denominata SET_A. Se la pressione misurata LP risulta maggiore SET_A, che è sostanzialmente un valore prestabilito di “soglia” di pressione, si modifica – se anche ulteriori condizioni dettagliate sotto sono verificate - lo stato operativo dei compressori, in particolare si cambia di stato passando da uno stato operativo a quello superiore (si entra cioè nella macrofase 2F). Nel caso in oggetto, supponendo che la pressione LP non abbia avuto questo brusco aumento, non si è superato questo valore di soglia SET_A, è data risposta negativa alla verifica di fase 5fa e si passa alla fase 20fa.

Questa fase 20fa rappresenta la fase di ingresso eventuale alla macrofase 4F in cui viene verificato se sia necessario o meno effettuare una diminuzione di stato operativo dei compressori.

Viene pertanto inizialmente verificato se ci si trova nello stato operativo 1, nel cui caso ovviamente si esce immediatamente dalla macrofase 4F non essendo possibile “scendere di stato”, ovvero diminuire il numero di compressori o cambiare tipo di compressore utilizzato (andando sempre verso uno minore) nel caso in cui ci si trovi nello stato 1 in cui solo il compressore minore è attivato.

Trovandosi in questo stato, ovvero avendo acceso unicamente il compressore minore, si passa ad analizzare se sono verificate le condizioni per dover attivare uno dei macrostati di minimo 5F o 6F previsti dal metodo di gestione dell'essiccatore, ovvero se il carico imposto è inferiore a quanto

ottenibile tramite il numero minimo di giri/min al quale il compressore minore può lavorare, oppure se si sono verificati dei notevoli abbassamenti di pressione LP che necessitano l'intervento della macrofase "gas caldo" 5F (se presente), dettagliata nel seguito.

5 Ovviamente è anche possibile che non sia necessario verificare la necessità o meno di entrare in queste macrofasi 5F, 6F ogni volta che viene raggiunta la fase 20fa, ma che la verifica intervenga unicamente al verificarsi di una apposita condizione.

Secondo l'esempio preferito di figure 4 e 4a, viene verificato
10 sequenzialmente se sono soddisfatte le condizioni per l'attivazione della fase 5F o alternativamente della fase 6F (i due stati di minimo sono tra loro esclusivi) ed in caso negativo, si ritorna alla fase 4fa di controllo del valore della pressione LP e della comparazione del valore misurato di LP con il valore di set point SET_INV.

15 Nel caso di presenza nel metodo di gestione dell'invenzione della macrofase di minimo denominata "gas caldo" 5F vengono effettuate delle modifiche al funzionamento dei compressori o del circuito frigorifero 10 anche nel caso in cui il compressore minore non si trovi al minimo dei giri possibili per un suo corretto funzionamento, tuttavia la macrofase gas caldo 5F per razionalità di
20 esposizione verrà dettagliata completamente solo nel seguito.

Seguendo il metodo di gestione del funzionamento dell'essiccatore 1, si suppone ora che il valore della variabile "inverter" venga ulteriormente aumentato (secondo le fasi sopra descritte), fino a portare l'essiccatore minore 21a sostanzialmente al numero di giri massimo consentito (pari alla
25 costante inv_max, ovvero al 100%) per il suo corretto funzionamento.

Questo aumento è effettuato tramite la fase 9fa ed 11fa.

Viene quindi nel seguito esemplificata la macrofase 4F, ovvero le fasi del metodo di gestione secondo l'invenzione che sono relative ad un passaggio da uno stato operativo all'altro che comportano un aumento del numero di
5 compressori o un passaggio dall'utilizzo del compressore minore al compressore maggiore.

In questa situazione, nel caso di un aumento della pressione LP tale da superare il valore SET_A, nella fase 5fa del metodo di gestione, si prosegue, rispondendo affermativamente, mediante la fase 13fa, in cui è controllato
10 che lo stato operativo dei compressori sia diverso da tre (ovvero non si sia nello stato in cui entrambi i compressori sono accesi: se così fosse non è possibile aumentare ulteriormente di stato), cosa in che questo caso è vera poiché solo il compressore minore è funzionante (quindi lo stato dei compressori è pari a uno) e quindi si risponde affermativamente alla fase
15 13fa.

E' verificato quindi nella fase 14fa che l'inverter sia al numero massimo di giri possibile paragonando il valore della variabile "inverter" con la costante (Inv_max) che rappresenta il numero massimo di giri ammissibili per un suo corretto funzionamento.

20 Come anzidetto, il compressore minore si trova al numero massimo di giri e pertanto anche la condizione della fase 14fa è verificata. Se entrambe queste condizioni sono vere (ovvero la pressione LP è maggiore di SET_A e l'inverter minore è al massimo di giri/min possibile) almeno per un determinato tempo programmabile (denominato costante RIT_PARZ),
25 eventualità verificata nella fase 22fa del metodo, si passa alla fase 7fa in cui

vi è un effettivo consenso a passare di stato e pertanto si modifica lo stato dei compressori in accordo con la tabella 1 qui sotto riportata.

Anche in questo caso, il verificare il superamento di una costante di tempo RIT_PARZ è imposto in modo tale da modificare lo stato dei compressori
5 unicamente a fronte di un prolungato, e non estemporaneo, superamento della soglia SET_A da parte della pressione LP.

Nel caso in cui la soglia di tempo non sia superata ("tempo" < RIT_PARZ), si torna alla verifica delle condizioni per l'entrata nelle macrofasi di minimo 5F o alternativamente 6F, si esegue eventualmente la macrofase gas caldo 5F,
10 e quindi si passa alla misura della pressione LP (fase 4fa) ed il suo paragone con il valore di set point SET_INV.

Preferibilmente, come anzidetto, la tabella 1 è sequenziale ovvero si può passare unicamente da uno stato operativo ad uno stato ad esso immediatamente adiacente nella tabella.

Stato	Compressore	Compressore
	1, maggiore	2, minore
OFF		
1		X
2	X	
3	X	X

15 TABELLA 1

Una X nella tabella indica il compressore acceso.

Dalla fase 22fa, si passa pertanto ad aumentare di "stato operativo", ovvero di numero di compressori o di tipo, che in questo caso corrisponde al passaggio dallo stato 1 allo stato 2.

La variabile "inverter" viene imposta pari al numero di giri minimo del compressore (fase 23fa) e viene cambiato lo stato: dal primo stato con solo il compressore minore acceso si passa all'aumento di stato (fase 24fa), ovvero nello stato 2 in cui solo il compressore maggiore viene attivato e
5 portato al numero minimo di giri/min (avendo imposto la variabile inverter=inv_min_2) ed il minore spento. Come già accennato, il passaggio tra uno stato e l'altro può avvenire in un esempio preferito del metodo dell'invenzione, unicamente in modo sequenziale, ovvero dal primo al secondo al terzo stato, e rispettivamente dal terzo al secondo al primo,
10 senza salto di stati intermedi.

Nel metodo dell'invenzione è prevista inoltre una fase particolare nel caso in cui la pressione LP superi il valore di soglia SET_A, ma il compressore non si trovi al massimo dei giri/min consentiti. In questo caso, si risponde affermativamente alla verifica della fase 13fa, ma negativamente alla
15 verifica della fase 14fa: si passa pertanto ad una nuova fase (denominata fase 30fa) prevista opzionalmente dal metodo dell'invenzione in cui si verifica se la pressione LP supera un ulteriore valore di soglia denominato SET_C (dove SET_C > SET_A), che rappresenta un set point di aumento istantaneo di stato operativo dei compressori. Nel caso in cui la pressione LP
20 superi anche questo valore di soglia SET_C, si passa comunque allo stato operativo successivo dei compressori (cioè si passa alla fase 24fa di aumento stato), anche se il compressore non è al massimo dei giri, poiché significa che il carico è bruscamente estremamente aumentato ed è necessaria una immediata maggiore portata di aria compressa. Pertanto
25 non viene richiesto neppure di attendere un tempo maggiore di RIT_PARZ

prima di effettuare l'aumento di stato operativo.

Alternativamente, ovvero nel caso in cui il valore di soglia di aumento istantaneo di stato SET_C non sia superato dalla pressione LP, si ritorna alla verifica dei parametri per l'entrata nelle macrofasi di minimo 5F o 6F e in
5 caso negativo (o al termine della fase 5F "gas caldo") si ritorna al controllo della pressione LP (fase 4fa)

Dallo stato operativo 2, supponendo ora che la pressione LP continui ad aumentare e si sia già al massimo del numero di giri/min possibili per un corretto funzionamento del compressore maggiore, si ritorna alla fase di
10 consenso ad aumentare di stato presente (7fa), ed a risposta affermativa si passa al terzo stato operativo in cui entrambi i compressori sono accesi, il tutto in modo analogo a quanto sopra esposto.

Nel caso in cui entrambi i compressori siano al massimo del loro funzionamento, ovvero entrambi con inverter al 100%, non è più possibile
15 effettuare alcuna variazione e pertanto non si effettua alcun cambiamento anche ad ulteriore variazione di carico (evento tuttavia di difficile realizzazione in quanto l'essiccatore è opportunamente dimensionato per determinati carichi previsti).

Con riferimento alla figura 5, è esemplificato il passaggio da uno stato
20 operativo all'altro in aumento. Il grafico in alto rappresenta l'andamento degli inverter dei compressori ed il primo "dente di sega" del grafico rappresenta lo stato operativo 1, in cui l'inverter del compressore minore passa dal 0% al 100% di funzionamento, supponendo un continuo aumento di carico. In questo stato 1, il compressore maggiore è spento (il secondo
25 grafico intermedio rappresenta una funzione a gradino in cui il valore OFF

indica compressore spento e il valore ON indica compressore acceso), mentre il compressore minore (grafico in basso, anche in questo caso è visualizzata una funzione a gradino analoga al grafo intermedio) è acceso.

Raggiunto il massimo di giri/min (inverter del compressore minore al 100%)
5 per un tempo determinato (pari a RIT_PARZ che è il tempo di controllo ed è la durata della zona “piatta” tra un dente di sega e l’altro) in cui il compressore lavora al massimo, e supponendo sempre che LP sia maggiore di SET_A (ma non di SET_C), si ha il passaggio al secondo stato operativo, in cui il compressore minore è spento (nel terzo grafico in basso la funzione
10 a gradino si sposta su OFF) ed il compressore maggiore inizia a lavorare dal minimo di giri/min consentito (nel secondo grafico la funzione a gradino si sposta su ON). Continuando ad osservare il secondo dente di sega del primo grafico, esso rappresenta il funzionamento dell’inverter del compressore maggiore, che passa dallo 0% al 100% (sempre supponendo un aumento
15 della pressione LP).

Raggiunto il 100% del funzionamento dell’inverter del compressore maggiore, si passa allo stato 3, con entrambi i compressori accesi, ed anche in questo caso si modulano gli inverter fino a raggiungere il 100% di entrambi. La modulazione dei compressori avviene allo stesso modo, ovvero
20 viene impostato il medesimo aumento di giri/min ad entrambi i compressori istante per istante, tuttavia i due compressori possono anche essere impostati con differenti giri/min l’uno dall’altro quando lavorano contemporaneamente.

Supponendo ora che la pressione LP inizi a calare e non avendo
25 immediatamente il consenso a calare di stato operativo (risposta negativa

nella fase 8fa) si rimane nella macrofase 3F di modulazione, questa volta calante, del numero di giri/min del compressore decrescendo contemporaneamente dello stesso valore il numero di giri/min di entrambi i compressori 21a,21b nella fase 11fa (supponendo di avere già trascorso un
5 tempo superiore a $time_set_inv$ per cui nella fase 9fa si dà risposta affermativa): la diminuzione viene effettuata calcolando il valore di funz A, che risulta negativo, e il valore della variabile "inverter" viene variato di funz A riducendo il numero di giri.

Si passa quindi alla fase successiva (la fase 5fa), nella quale viene
10 rimisurato il valore di pressione LP, che è supposto ora non essere superiore a SET_A (in quanto LP sta calando) e si è quindi indirizzati alla fase 20fa. In questa fase, i compressori non si trovano nello stato 1 (si suppone di essere allo stato 3) e si passa ad un ulteriore nuovo controllo del valore della pressione LP (fase 27fa) in cui si verifica se la pressione è inferiore ad un
15 ulteriore valore di soglia, set point per la diminuzione di stato operativo, denominato SET_B . Supponendo di non essere in questa condizione, ovvero nel caso in cui l'abbassamento di pressione non sia così elevato, si ritorna alla verifica se sia necessario o meno entrare nelle macrofasi di minimo 5F o 6F (fase 40fa) e quindi si torna alla misurazione del valore di pressione LP
20 ed al suo confronto con il valore di set point SET_INV , fase 4 fa.

Supponendo ora invece che la pressione LP si sia ulteriormente abbassata, si entra nella macrofase 4F di diminuzione di stato operativo dei compressori.

Analogamente alla macrofase di aumento di stato 2F, anche per l'entrata
25 nella macrofase di diminuzione di stato, viene verificato se la pressione LP si

trova ad essere inferiore al valore di soglia della pressione LP SET_B (verifica effettuata nella fase 27fa), valore sostanzialmente “di minimo” (analogo a SET_A valore di “massimo”), ovvero valore di pressione per il quale si deve passare ad uno stato distinto inferiore (ad esempio dallo stato operativo 3 allo stato operativo 2 o dallo stato 2 allo stato 1). A risposta
5 affermativa, si verifica che il numero di giri/min del compressore sia al minimo nella fase 28fa (nel caso dello stato 3, poiché i compressori sono modulati imponendo loro lo stesso numero di giri/min, se il compressore minore è al minimo lo è anche il compressore maggiore e pertanto è
10 sufficiente verificare lo stato di un unico compressore; nel caso dello stato due viene verificato lo stato del compressore maggiore, unico funzionante), ovvero che la variabile “inverter” sia pari a inv_min_2.

Se entrambe queste condizioni sono vere (ovvero la pressione LP è minore di SET B e il compressore - maggiore nel caso l'essiccatore sia nello stato operativo 2, entrambi se nello stato operativo 3, come sopra indicato - è al
15 minimo di giri/min possibile) almeno per un determinato tempo programmabile (denominato costante RIT_PARZ, costante analoga a quella utilizzata nella fase 22fa della macrofase 2F), eventualità verificata nella fase 29fa del metodo, si passa alla fase 8fa in cui vi è un effettivo consenso
20 a diminuire di stato e pertanto si modifica lo stato dei compressori in accordo con la tabella 1.

In particolare, dalla fase 29fa si passa alla fase 8fa di consenso di diminuzione presente, si porta al minimo la variabile inverter (fase 25fa) e si passa allo stato inferiore (fase 26fa), ad esempio dallo stato operativo 3
25 allo stato operativo 2 in cui solo il compressore maggiore è acceso mentre il

compressore minore è spento. Il compressore maggiore viene lasciato acceso al numero minimo di giri/min.

Alternativamente, nel caso in cui la soglia di tempo RIT_PARZ non sia superata, si torna alla verifica delle condizioni per l'entrata nelle macrofasi
5 di minimo 5F o alternativamente 6F (ed eventualmente alla macrofase gas caldo se presente) e quindi alla verifica della pressione LP (fase 4fa) ed il suo paragone con il valore di set point SET_INV.

Anche in questo caso, nel metodo dell'invenzione è prevista inoltre una fase particolare nel caso in cui la pressione LP sia inferiore al valore di soglia
10 SET_B, ma il compressore non si trovi al minimo dei giri/min consentiti. In questo caso, si risponde affermativamente alla verifica della fase 27fa, ma negativamente alla verifica della fase 28fa: si passa pertanto ad una nuova fase (la fase 31fa) prevista opzionalmente dal metodo dell'invenzione, per cui viene comunque effettuata una diminuzione di stato nel caso in cui la
15 pressione LP superi un ulteriore valore di soglia denominato SET_D (con $SET_D < SET_A$), set point di diminuzione istantanea di stato operativo.

Nel caso in cui la pressione sia inferiore a questo valore di soglia si passa comunque allo stato operativo precedente dei compressori (cioè si passa alla fase 26fa di diminuzione stato), senza attendere almeno un tempo
20 RIT_PARZ perché significa che il carico è estremamente calato.

Alternativamente, ovvero nel caso in cui LP non sia inferiore anche al valore di soglia SET_D, si ritorna alla verifica dei parametri per l'entrata nelle macrofasi 5F o 6F e in caso negativo (o al loro completamento) si ritorna al controllo della pressione LP (fase 4fa).

25 E' da notare che secondo il metodo dell'invenzione qualunque passaggio di

stato, sia in aumento che in diminuzione, l'inverter minore/maggiore o entrambi viene forzato al minimo di giri/min raggiungibile.

Sono, dal metodo secondo l'invenzione, previste due alternative macrofasi di gestione dei compressori 21a,21b nel caso in cui la pressione LP
5 scendesse e il compressore minore si trovasse già al numero di giri/min minimo per un suo corretto funzionamento.

Una prima macrofase 5F è denominata chiamata "gas caldo", opzionalmente presente.

Tornando a fare riferimento alla figura 3, a valle del condensatore 22 è
10 prevista una valvola 28 denominata valvola di "gas caldo" all'apertura della quale una parte di fluido nell'impianto frigorifero viene "spillata" e portata a monte dei due compressori 21a, 21b saltando i moduli di scambio termico 13 (realizzando sostanzialmente un by-pass). In questo modo la quantità di fluido refrigerato che perviene ai moduli 13 è inferiore a quanto si avrebbe a
15 valvola 28 chiusa e la capacità frigorifera dell'impianto frigorifero 10 cala.

Nel metodo dell'invenzione, viene verificato se la macrofase 5F di "gas caldo" è o meno presente (si veda la fase 40fa), ed a risposta affermativa viene innanzitutto verificato se il valore della variabile "inverter" sia pari a inv_min_2, ovvero se i giri/min del compressore minore(maggiore) sono
20 pari al minimo consentito (fase 41fa). Nel caso non sia verificata questa condizione, ovvero il compressore minore(maggiore) non si trovi al minor numero di giri/min possibile (e quindi è possibile abbassare ulteriormente il numero di giri/minuto) si ritorna al ciclo normale di controllo della pressione LP (fase 4fa).

25 E' tuttavia introdotta una nuova variabile, denominata "gas caldo", che

viene posta pari a zero (fase 42fa). Questa variabile è sostanzialmente una variabile di sicurezza: la valvola 28 è comandata in apertura tramite preferibilmente un motorino passo-passo ed imponendo questa variabile pari a zero si impone una chiusura della valvola tramite un numero di passi
5 del motorino maggiore del numero di passi di apertura massima, così da aver la certezza di una corretta chiusura della valvola stessa.

Nel caso in cui invece il compressore minore(maggiore) si trovi al minimo di giri consentiti, e quindi si risponde affermativamente alla interrogazione della fase 41fa, da quest'ultima si passa alla fase 42fa in cui è verificato che
10 ci si trovi effettivamente nello stato operativo 1 (solo compressore minore acceso). Nel caso di risposta negativa, si impone alla variabile tempo il valore 0 nella fase 44fa e si introduce un primo set point di funzionamento di un controllore PID 27a.

Il controllore PID 27a è atto ad azionare la valvola "gas caldo" 28 che
15 immette una determinata quantità di fluido frigorifero allo stato liquido dell'impianto frigorifero 10, a monte dei due compressori 21a, 21b per abbassare il carico. La funzione del controllore PID 27a pertanto è quella di aprire la valvola 28 per lo spillamento del fluido frigorifero (che nel passaggio dai due punti indicati dell'impianto frigorifero 10 evapora) per un
20 tempo ed una apertura della valvola prefissati e dipendenti dai parametri di input al PID.

Il primo set point introdotto nella fase 46fa è denominato Set_PID1. Il PID 27a pertanto in funzione del valore della pressione LP e del Set_PID1 aziona la valvola per il gas caldo per un tempo/apertura prefissata dipendente sia
25 dalla pressione LP che da Set_PID1.

Questo funzionamento della macrofase “gas caldo” anche quando è acceso al numero minore di giri consentiti il compressore maggiore, e non il minore, impedisce di avere brusche variazioni del funzionamento della macchina, rallentando eventuali rapide discese di stato dovute a rapide
5 variazioni di carico e prevenendo così formazioni di ghiaccio.

Nel caso in cui invece lo stato operativo sia 1, ovvero il compressore minore è al minimo di giri/min ed è comunque richiesto una ulteriore abbassamento di carico, dalla fase 42fa si passa alla fase 45fa che è un ulteriore controllo di tempo. Viene difatti verificato se sostanzialmente i compressori sono
10 rimasti nello stato operativo 1 almeno per un determinato intervallo di tempo denominato Time_PID. In caso affermativo viene impostato un differente set point per il PID 27a da quello sopra menzionato, e chiamato Set_PID2 (fase 49fa), di valore maggiore a Set_PID1. Si passa quindi alla fase 48fa di regolazione della gas caldo sopra descritto con conseguente
15 apertura della valvola 28 a seconda dei paramenti impostati e dal valore della pressione LP spillando così del gas e abbassando conseguentemente il carico.

In caso negativo, si passa dalla fase 45fa alla fase 46fa in cui viene impostato come set point per il PID 27 il Set_PID1 e si passa ancora alla
20 fase 48fa di attivazione della valvola di gas caldo 28.

Terminato il funzionamento della valvola di gas caldo 28, si ritorna al normale controllo della pressione LP effettuato nella fase 4fa.

Come pertanto descritto, la macrofase di “minimo” 5F è attivata ogni qual volta l’inverter minore si trovi al numero minimo di giri/minuto. Quando la
25 macrofase di gas caldo 5F è prevista nel metodo dell’invenzione, non esiste

uno stato operativo dei compressori con essiccatore 1 acceso in cui essi siano entrambi spenti, ma almeno un compressore è sempre in funzione.

Alternativamente alla macrofase 5F di gas caldo, secondo il metodo dell'invenzione è prevista una ulteriore macrofase di minimo 6F nella quale
5 è eseguita una sequenza di accensioni e spegnimenti dei compressori quando il carico imposto è eccessivamente basso (inferiore a quello ottenibile con il minimo di giri/min accessibili dai compressori).

Essendo le due macrofasi alternative, in caso di presenza di questa seconda macrofase 6F, nella fase 40fa di verifica della presenza o meno della
10 macrofase di gas caldo 5F viene data risposta negativa e si passa alla fase 50fa.

Da notare che questa differente macrofase di minimo 6F è azionata, differentemente dalla macrofase di gas caldo 5F, unicamente quando lo stato dei compressori è pari a 1, senza verifica del numero di giri/min del
15 compressore minore. Benché non venga verificato il numero di giri/min, al set di cambio stato l'inverter decelera molto rapidamente tanto che i tempi di controllo della pressione imposti per favorire la stabilità del sistema sono generalmente sufficienti ad assicurare che il compressore sia alla minima velocità possibile, garantendo così un controllo indiretto.

20 Nella fase 50fa pertanto è verificato se lo stato dei compressori è appunto pari a 1: a risposta negativa la macrofase 6F non è utilizzata e si ritorna alla fase 4fa di controllo della pressione LP.

Supponendo invece che lo stato dei compressori sia pari ad 1, è effettuato un primo controllo del valore della pressione LP; ovvero se esso sia o meno
25 inferiore ad un valore di set point di soglia SET_E, costante, nella fase 51fa.

In caso affermativo, ovvero se la pressione è inferiore a questo valore di soglia, significa che la pressione LP è estremamente bassa ed i compressori non sono più in grado di regolare efficacemente il carico in quanto il numero minimo imponibile di giri/min del compressore minore è troppo elevato. Si
5 passa quindi ad una verifica di tempo, ovvero si controlla se si è rimasti al di sotto della pressione SET_E per un tempo inferiore ad una costante denominata time_of.

In dettaglio, è introdotta la variabile “tempo2” e paragonata con la costante time_of (fase 52fa): nel caso in cui la variabile “tempo2” non sia maggiore
10 della costante indicata, sta a significare che la pressione è calata da un tempo piuttosto breve ed è bene riverificare che questa condizione di pressione $LP < SET_E$ sia ancora presente tornando alla fase 4fa di verifica della pressione LP per evitare di modificare le impostazioni dei compressori in presenza di una estemporanea variazione della pressione LP.

15 Nel caso in cui invece la pressione LP si trovi al di sotto della soglia SET_E per un tempo prolungato, ovvero per un tempo maggiore di time_of, la verifica di fase 52fa ha risposta affermativa, l’inverter minore viene comandato ad un numero di giri inferiore al suo minimo per il corretto funzionamento inv_min_2, ovvero è posto ad un numero di giri/min pari a
20 inv_min_1 (< min_inv_2) nella fase 53fa. Il compressore minore viene quindi spento (fase 54fa).

Dal metodo dell’invenzione è inoltre introdotta una variabile denominata VAR che è una variabile di sostegno atta ad individuare facilmente se si sta utilizzando o meno la macrofase di on/off di minimo 6F. In particolare,
25 quando la macrofase 6F è utilizzata, la variabile VAR è posta pari ad 1 (fase

57fa).

Alternativamente, se alla fase 51fa era stata data risposta negativa, ma tuttavia la pressione LP si trova in un intervallo di valori compresa tra SET_E e SET_I ($SET_I < \text{pressione LP} < SET_E$, fase 55fa) almeno per un
5 tempo $time_of2$ (ovvero una variabile “tempo 5” risulta maggiore di una costante di tempo denominata $time_of2$; fase 56fa), anche in questo caso si passa alla fase 53fa e quindi allo spegnimento del compressore minore 54fa.

Se la pressione LP invece non si trova neppure in questo intervallo tra i due
10 valori di soglia sopra indicati, e verificato inoltre che la variabile VAR è diversa da 1 (fase 58fa), si ritorna alla fase di controllo della pressione LP (fase 4fa).

Dalla fase di spegnimento del compressore 54fa, si passa, analogamente al caso in cui la variabile VAR fosse invece stata pari ad 1 nell'interrogazione di
15 fase 58fa, alla fase di monitoraggio della pressione LP per verificare che essa non superi un ulteriore valore di soglia SET_F, che rappresenta sostanzialmente il set point di attivazione dei compressori in funzionamento on/off, al raggiungimento del quale il compressore minore viene riacceso.

In fase 59fa pertanto viene verificato se $\text{pressione LP} > SET_F$ ed in caso
20 affermativo, nel caso in cui sia anche soddisfatta la condizione che una ulteriore variabile di tempo denominata “tempo 3” sia maggiore di $time_of$ /fase 60fa, ovvero che la pressione LP si trovi ad essere superiore al valore di soglia SET F per un determinato intervallo di tempo sufficientemente lungo da non essere una variazione momentanea, si verifica che il
25 compressore minore sia disponibile (fase 61fa) ed in caso affermativo lo si

riaccende (fase 62fa).

Da notare come alla ri-accensione del compressore minore in questa macrofase di minimo 6F, esso lavora ad un numero di giri/min pari a Inv_min_1, inferiore al minimo impostato durante le macrofasi 3F-4F-2F
5 (che è inv_min_2).

Il controllo della disponibilità dei compressori viene effettuato perché risulta dannoso accendere e spegnere un compressore ad intervalli arbitrari di tempo: se un compressore è stato appena spento, è necessario attendere almeno un determinato intervallo di tempo prima di poterlo riaccendere.

10 Nel caso entrambi i compressori siano disponibili, è sempre data priorità a quello minore.

Nel caso in cui invece non fosse passato un tempo sufficiente time_of, dalla fase 60fa si ripassa alla fase di controllo della pressione LP ed al suo paragone con il valore di soglia SET_F di fase 59fa e si continua il loop fino
15 a che la variabile "tempo 3" non supera eventualmente questa costante time_of.

Se non fosse disponibile il compressore minore, si verifica se è disponibile il compressore maggiore (fase 63fa) ed in caso affermativo si accende quest'ultimo (fase 64fa). In caso anche questo compressore non fosse
20 disponibile, si continua con la verifica di disponibilità di almeno uno dei due, ripassando alla fase 61fa.

Dalla fase di accensione del compressore minore 62fa o dalla fase di accensione del compressore maggiore 64fa, si passa ad un ulteriore controllo di pressione LP: viene difatti verificato se la pressione LP sia
25 maggiore di un set point indicato con SET_H (fase 65fa), che rappresenta il

set point di disattivazione della funzione on/off dei compressori.

In caso affermativo, il compressore minore viene impostato al numero minimo di giri di normale funzionamento inv_min_2 (fase 66fa; fino a questo momento esso era funzionante ad un numero di giri/min inferiore e
5 pari a inv_min_1), e la variabile VAR è posta pari a zero (fase 67fa) prima di uscire dalla macrofase 6F. Lo stato compressori viene verificato in quanto posso avere acceso o il compressore minore o quello maggiore a seconda della loro disponibilità riscontrata. Dalla macrofase 6F si passa quindi al normale controllo della pressione LP nella fase 4fa.

10 Alternativamente, nel caso in cui la pressione LP non superi il valore di soglia SET_H , ma sia comunque all'interno di un intervallo $SET_G < pressione\ LP < SET_H$ (dove SET_G è sostanzialmente un set point di uscita forzata dalla funzione di on/off dei compressori (questa verifica è effettuata nella fase 68fa) per almeno un tempo $time_of2$ (verifica effettuata nella
15 fase 69fa tramite una ulteriore variabile di tempo indicata con "tempo 4"), si esce comunque dalla macrofase 6F, andando alla fase 4fa, passando prima per l'impostazione a inv_min_2 del numero di giri/min del compressore minore (fase 66fa) ed impostando $VAR=0$ (fase 67fa).

Nel caso in cui la pressione non si trovi neppure all'interno di questo
20 intervallo $SET_G < pressione\ LP < SET_H$, si ritorna alla fase 51fa per verificare che la pressione sia ancora o meno al di sotto della soglia SET_E .

L'invenzione raggiunge pertanto gli scopi proposti comportando numerosi vantaggi rispetto alla tecnica nota di riferimento.

Un primo vantaggio è quello di poter modulare il carico dell'essiccatore in un
25 range molto ampio utilizzando due compressori entrambi comandati da due

differenti inverter.

Inoltre sono previsti degli accorgimenti opzionali per evitare di modificare il funzionamento dei compressori a sbalzi di pressione momentanei e non duraturi.

RIVENDICAZIONI

1. Essiccatore (1) per gas compresso, includente:

- un impianto frigorifero (10) alimentato da gas in ingresso a detto essiccatore (1) ed emettente gas secco in uscita ed includente un
5 circuito frigorifero (20) comprendente un modulo di scambio termico (13), in cui un fluido frigorifero circolante in detto circuito frigorifero (20) scambia calore con detto gas in ingresso,

- detto circuito frigorifero (20) includendo inoltre almeno un primo (21a) ed un secondo compressore (21b) atti a comprimere detto
10 fluido frigorifero a valle di detto modulo di scambio termico (13),

caratterizzato dal fatto che detto circuito frigorifero (20) comprende altresì

- un primo ed un secondo inverter associati a detti primo (21a) e secondo compressore (21b) di detto impianto frigorifero (10),
15 rispettivamente,

- una centralina di controllo (27) atta a comandare detto primo e detto secondo inverter per impostare la portata di aria emessa da detto primo e/o da detto secondo compressore (21a,21b),

- e in cui detto primo e secondo compressore (21a, 21b) erogano
20 rispettivamente una minore ed una maggiore portata per una stessa prefissata pressione di esercizio.

2. Essiccatore (1) secondo la rivendicazione 1, in cui detto circuito frigorifero (20) comprende un condensatore (22) verso cui detto fluido frigorifero compresso in uscita da detti primo e secondo compressore 21a, 21b viene sospinto e dove detto fluido frigorifero
25

cede calore ad un fluido esterno a temperatura più bassa, detto circuito frigorifero (20) comprendendo inoltre un ingresso ed un'uscita per detto fluido esterno.

3. Essiccatore (1) secondo la rivendicazione 2, in cui detto fluido esterno
5 è acqua.

4. Essiccatore (1) secondo la rivendicazione 2, in cui detto fluido esterno è aria.

5. Essiccatore (1) secondo una delle rivendicazioni precedenti, includente un trasduttore di pressione (26) per la misura della
10 pressione (LP) a monte di detto primo (21a) e detto secondo compressore (21b) dell'impianto frigorifero (10) e mezzi di invio di detto segnale a detta centralina di controllo (27).

6. Essiccatore (1) secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, includente un condensatore (22) atto a condensare detto fluido
15 frigorifero compresso da detti primo e secondo compressore (21a,21b) dell'impianto frigorifero (10), ed una valvola (28) disposta a valle di detto condensatore (22) atta a spillare una prefissata quantità di fluido frigorifero.

7. Essiccatore (1) secondo la rivendicazione 6, in cui l'apertura di detta
20 valvola (28) è asservita a detta centralina di controllo (27).

8. Essiccatore secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui detto gas compresso è aria.

9. Essiccatore secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui detto primo e detto secondo compressore (21a, 21b) sono comandati
25 da detta centralina di controllo (27) in uno dei seguenti alternativi

stati operativi:

- un primo stato operativo in cui solo il primo compressore è acceso,
- un secondo stato operativo in cui solo detto secondo compressore è acceso,
- 5 - un terzo stato operativo in cui entrambi detto primo e detto secondo compressore sono accesi.

10. Metodo di gestione di un essiccatore (1) alimentato da gas in ingresso ed emettente gas secco in uscita ed includente un circuito frigorifero (20) comprendente un modulo di scambio termico (13), in cui un fluido frigorifero circolante in detto circuito frigorifero (20) scambia calore con detto gas in ingresso, detto circuito frigorifero (20) includendo inoltre almeno un primo (21a) ed un secondo compressore (21b) atti a comprimere detto fluido frigorifero a valle di detto modulo di scambio termico (13), comprendete le fasi di:

- 15 - impostare un primo valore di set point (SET_INV), un valore di soglia superiore (SET_A) ed un valore di soglia inferiore (SET_B),
- misurare una pressione (LP) in ingresso a detto primo e detto secondo compressore (21a, 21b),
- confrontare detta pressione (LP) con uno o più di detti valori di set point, di soglia superiore ed inferiore (SET_INV, SET_A, SET_B),
- 20 - in funzione del risultato di detta comparazione effettuare alternativamente una delle seguenti fasi:
 - modulare la portata di detto primo (21a) e/o di detto secondo compressore (21b),
 - 25 • passare da uno stato operativo in cui solo il primo

compressore (21a) è acceso ad uno stato operativo in cui solo il secondo compressore (21b) è acceso o viceversa,

- passare da uno stato operativo in cui solo uno di detti due compressori, primo o secondo, è acceso, ad uno stato operativo in cui entrambi detto primo e secondo compressore sono accesi, o viceversa.

5

11. Metodo di gestione secondo la rivendicazione 10, comprendente la fase di, all'accensione di detto essiccatore (1), impostare detto primo compressore (21a) al numero minimo di giri al minuto per un suo corretto funzionamento.

10

12. Metodo di gestione secondo la rivendicazione 10 o 11, in cui detta fase di modulare la portata di detto primo e/o di detto primo compressore è effettuata quando detta pressione misurata è diversa da detto primo valore di set point (SET_INV) e compresa tra detto valore di soglia inferiore (SET_B) e detto valore di soglia superiore (SET_A), $SET_B < LP < SET_A$.

15

13. Metodo di gestione secondo una o più delle rivendicazioni da 10 ad 11, in cui detta fase di passare da uno stato operativo in cui solo detto primo compressore (21a) è acceso ad uno stato operativo in cui solo detto secondo compressore (21b) è acceso è effettuata quando detta pressione misurata (LP) è maggiore di detto valore di soglia superiore (SET_A), $LP > SET_A$.

20

14. Metodo di gestione secondo una o più delle rivendicazioni da 10 ad 13, in cui detta fase di passare da uno stato operativo in cui solo uno di detti due compressori, primo o secondo, è acceso, ad uno stato

25

operativo in cui entrambi detto primo e secondo compressore sono accesi, è effettuata quando detta pressione misurata (LP) è maggiore di detto valore di soglia superiore (SET_A), $LP > SET_A$.

5 15. Metodo di gestione secondo una o più delle rivendicazioni da 10 ad 14, in cui detta fase di passare da uno stato operativo in cui solo il secondo compressore (21b) è acceso ad uno stato operativo in cui solo il primo compressore (21a) è acceso è effettuata quando detta pressione misurata (LP) è minore di detto valore di soglia inferiore (SET_B), $LP < SET_B$.

10 16. Metodo di gestione secondo una o più delle rivendicazioni da 10 ad 13, in cui detta fase di passare da uno stato operativo in cui entrambi detto primo e secondo compressore sono accesi, ad uno stato operativo in cui solo uno di detti due compressori, primo o secondo, è acceso, è effettuata quando detta pressione misurata (LP) è minore di detto valore di soglia inferiore (SET_B), $LP < SET_B$.

15 17. Metodo di gestione secondo una o più delle rivendicazioni da 10 a 16, comprendente le fasi di:

- impostare un tempo di attesa (RIT_PARZ),
- modificare detto stato operativo di detto essiccatore solo se detto superamento da parte di detta pressione misurata (LP) di detta soglia superiore (SET_A) o di detta soglia inferiore (SET_B) permane per un tempo almeno pari o superiore a detto tempo di attesa.

20 18. Metodo di gestione secondo la rivendicazione 17, comprendente le fasi di:

- 25 - impostare un secondo valore di soglia superiore (SET_C) maggiore di

detto valore di soglia superiore (SET_A),

- paragonare detto valore di pressione misurata con secondo detto valore di soglia superiore (SET_C), se detto valore di pressione misurata (LP) è superiore a detto valore di soglia (SET_A), ma detto

5

tempo di attesa non è ancora trascorso,

- se detto valore di pressione misurata è maggiore di detto secondo valore di soglia, modificare detto stato operativo di detto essiccatore come se detto tempo di attesa fosse trascorso.

19. Metodo di gestione secondo la rivendicazione 17 o 18, comprendente

10

le fasi di:

- impostare un secondo valore di soglia inferiore (SET_D) minore di detto valore di soglia inferiore (SET_B),

- paragonare detto valore di pressione misurata con detto secondo valore di soglia inferiore (SET_D), se detto valore di pressione misurata (LP) è inferiore a detto valore di soglia inferiore (SET_B),

15

ma detto tempo di attesa non è ancora trascorso,

- se detto valore di pressione misurata è minore di detto secondo valore di soglia inferiore, modificare detto stato operativo di detto essiccatore come se detto tempo di attesa fosse trascorso.

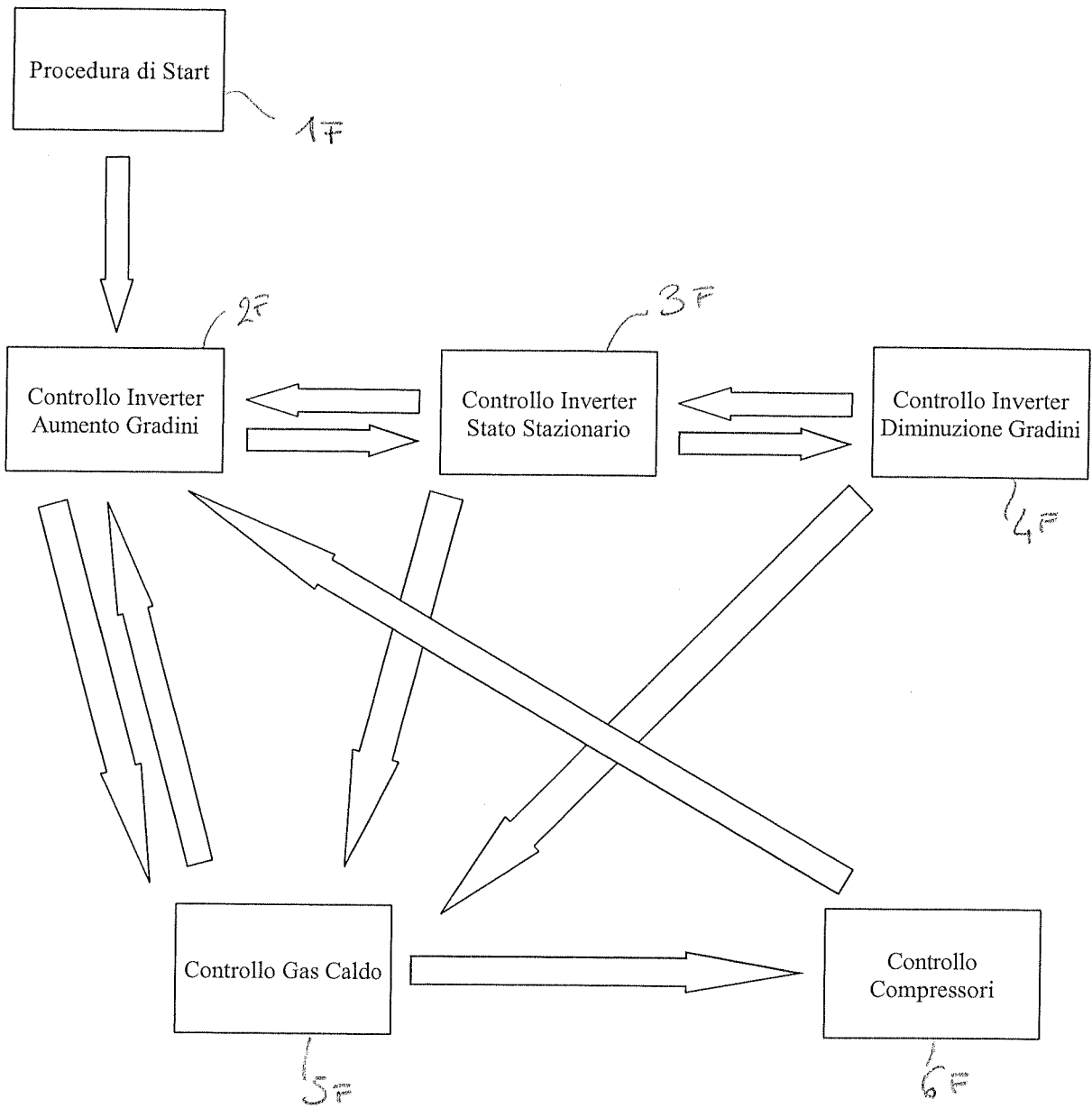


FIG. 3

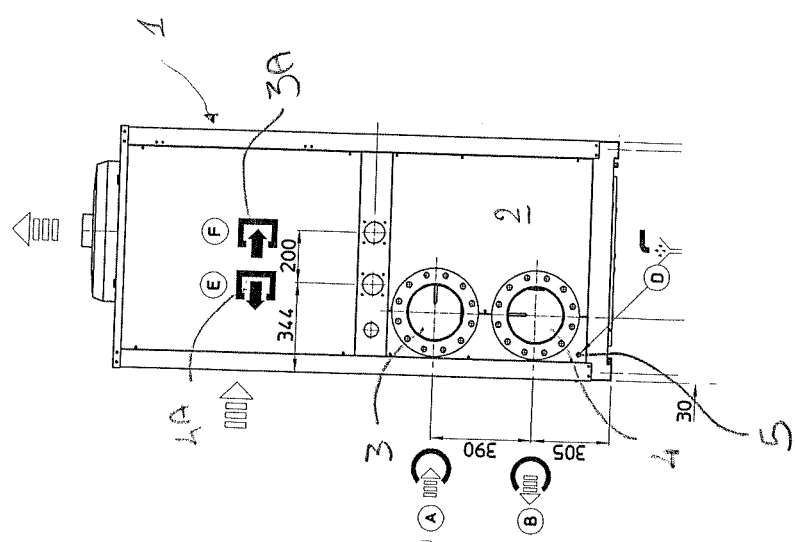
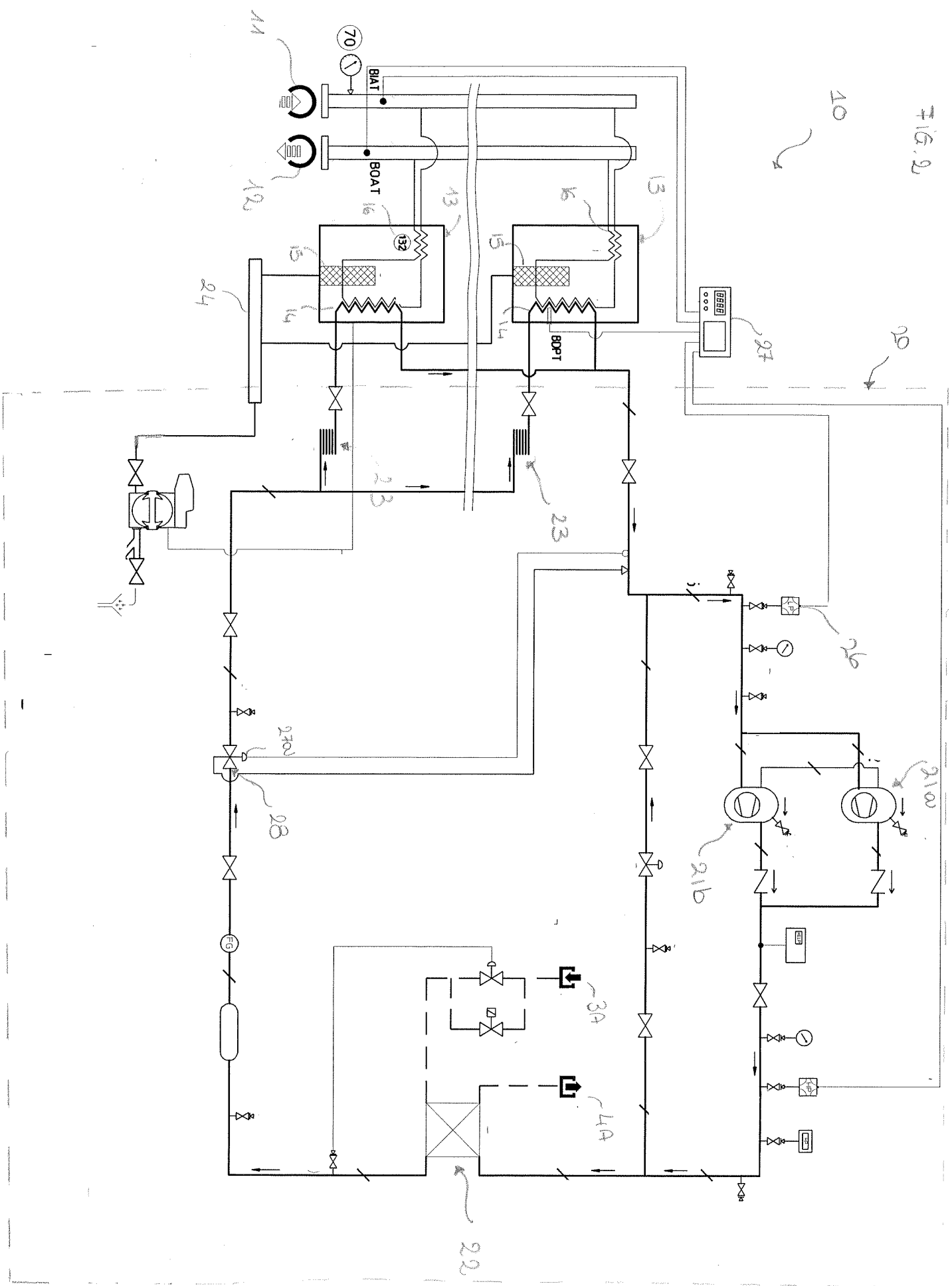


FIG. 1

FIG. 2



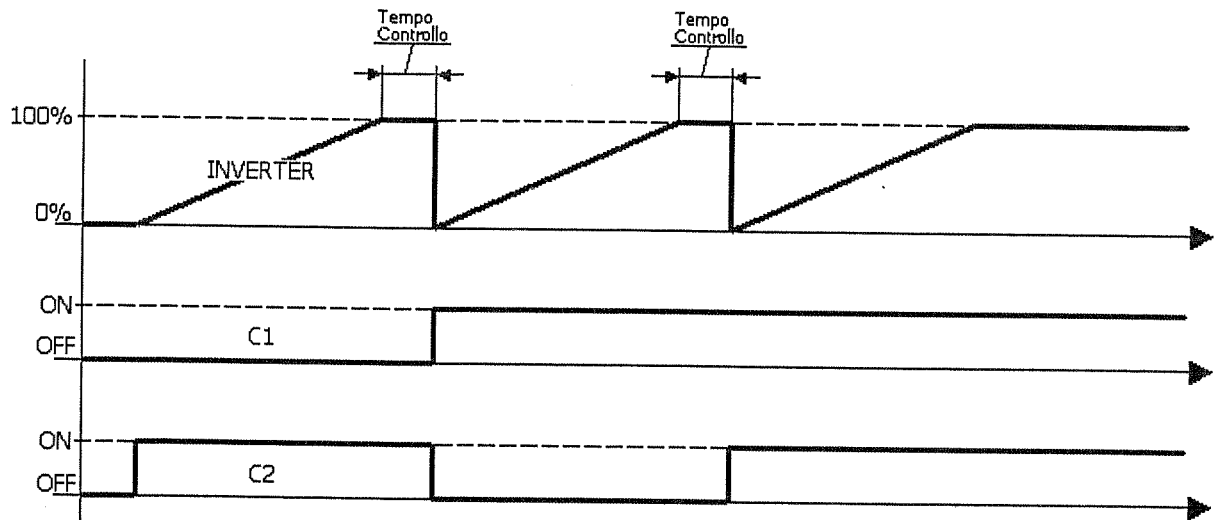


FIG. 5

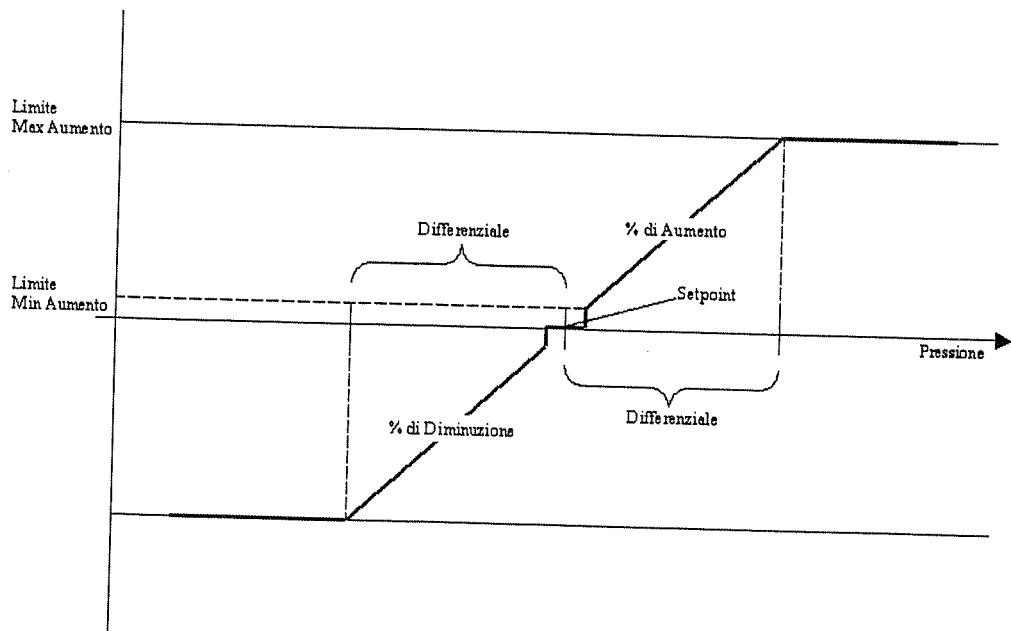


FIG. 6