

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901998124A1

Publication Date

20130521

Applicant

M.T.A. S.P.A.

Title

APPARATO DI REFRIGERAZIONE

APPARATO DI REFRIGERAZIONE

La presente invenzione ha per oggetto un apparato per il trattamento di un gas, in particolare destinato ad abbassare il contenuto di umidità in un flusso di aria
5 compressa umida, del tipo includente le caratteristiche menzionate nel preambolo della rivendicazione principale.

Nell'ambito degli impianti tecnici per il trattamento dei gas compressi è noto l'utilizzo di circuiti frigoriferi destinati ad abbassare la temperatura del gas allo scopo di
10 realizzarne la separazione dalla loro componente umida.

Tali circuiti frigoriferi tipicamente comprendono un compressore, un condensatore, un organo di laminazione ed un evaporatore che scambia calore con il fluido da trattare allo scopo di abbassarne la temperatura.

15 Il controllo dei componenti suddetti si rivela quindi indispensabile per far lavorare il circuito in maniera ottimale anche al variare del carico applicato, inteso come quantità di calore che è necessario scambiare con il gas da trattare.

20 Ad esempio, nel caso di circuiti frigoriferi utilizzati in impianti di essiccazione di aria umida, sarà necessario controllare la quantità di calore scambiata dal circuito frigorifero in base alla temperatura ed alla portata dell'aria in ingresso. D'altra parte, è facilmente
25 comprensibile che in tali applicazioni i parametri

dell'aria da trattare possano essere facilmente variabili in base alle condizioni di lavoro o nell'arco della giornata.

I circuiti frigoriferi, che sono dimensionati in funzione
5 del massimo carico richiesto, scambieranno un'eccessiva quantità di calore quando l'impianto opera a carico ridotto.

Tale eccessivo scambio termico comporta principalmente due svantaggi, rappresentati da un eccessivo abbassamento di
10 temperatura nel gas da trattare e, parallelamente, da uno spreco energetico dovuto al fatto che il lavoro del compressore non viene conseguentemente ridotto. A tale proposito, deve essere anche compreso che in tali tipologie di impianto non è possibile variare liberamente i parametri
15 operativi, quali ad esempio l'aumento di pressione operato dal compressore o gli scambi termici che avvengono nel condensatore e nell'evaporatore, ma questi sono definiti dalle caratteristiche di progetto dell'impianto. Inoltre, non è nemmeno possibile spegnere e ri-accendere il
20 compressore a brevi intervalli, essendo richiesto un intervallo di tempo non trascurabile dopo l'arresto e la successiva ri-partenza del compressore.

Per sopperire a tali svantaggi, vengono utilizzati circuiti frigoriferi nei quali, in base al raggiungimento di
25 predeterminate condizioni operative, in particolare di

temperatura, vengono variate le condizioni operative dell'impianto in maniera da modificare la temperatura o la pressione di ingresso e/o uscita del fluido refrigerante nel tratto di evaporazione, variando quindi di fatto lo
5 scambio termico che ha luogo con il gas da trattare.

Ad esempio, sono noti sistemi che utilizzano un ramo di by-pass, che consente di by-passare specifici componenti del circuito frigorifero, in maniera da variare i parametri operativi dell'impianto e limitarne conseguentemente la
10 capacità frigorifera. Tali sistemi sono tipicamente provvisti di un'unità di controllo che attiva il ramo di by-pass al raggiungimento di predeterminate condizioni, in particolare di temperatura, consentendo quindi all'impianto di operare in una condizione di massimo raffreddamento
15 oppure in una condizione di raffreddamento relativamente ridotto.

È evidente che il controllo dei parametri in base ai quali il sistema passa da una condizione operativa all'altra si rivela fondamentale per un funzionamento corretto del
20 sistema.

Infatti, in particolare nei sistemi che prevedono un abbassamento di pressione del gas refrigerante tra l'evaporatore ed il compressore tramite il ramo di by-pass, una regolazione imprecisa delle temperature del sistema
25 potrebbe comportare gravissimi danneggiamenti

all'evaporatore. È quindi evidente che, a livello generale, è necessario evitare che, a causa del passaggio tra le due condizioni operative del circuito frigorifero, vengano raggiunte temperature tali da causare la formazione di ghiaccio in corrispondenza dell'evaporatore/scambiatore, per evitare possibili danneggiamenti.

Una seconda soluzione è descritta nella domanda di brevetto EP 1 630 497, che propone di variare, in funzione della temperatura del gas da trattare, la velocità di un ventilatore associato al condensatore. In questo modo, rallentando il ventilatore, la condensazione avviene a temperatura maggiore, con un conseguente innalzamento termico di tutto il ciclo.

Anche in questo caso è quindi essenziale avere un controllo preciso del sistema, in particolare della temperatura del gas, affinché sia garantito un funzionamento corretto dell'impianto.

Il problema tecnico alla base della presente invenzione è quello di fornire un apparato per l'essiccazione di gas strutturalmente e funzionalmente concepito così da consentire di ovviare agli svantaggi sopra menzionati con riferimento alla tecnica nota.

Tale problema è risolto dall'apparato secondo la rivendicazione 1 e dal metodo secondo la rivendicazione 13. La presente invenzione presenta alcuni rilevanti vantaggi.

Il vantaggio principale consiste nel fatto che l'apparato secondo la presente invenzione consente di controllare la temperatura del gas da trattare, conseguendo al tempo stesso una riduzione dei consumi energetici, senza
5 richiedere componenti aggiuntivi rispetto agli impianti noti costruttivamente complessi o costosi.

Altri vantaggi, caratteristiche e le modalità d'impiego della presente invenzione risulteranno evidenti dalla seguente descrizione dettagliata di alcune forme di
10 realizzazione, presentate a scopo esemplificativo e non limitativo. Verrà fatto riferimento alle figure dei disegni allegati, in cui:

le figure 1A ed 1B sono rispettivamente un vista prospettica ed una vista laterale che illustrano un
15 dispositivo di essiccazione di gas umido utilizzato in associazione all'apparato per la refrigerazione di un fluido di processo secondo la presente invenzione;

la figura 2 è un'illustrazione schematica di un
20 apparato per la refrigerazione di un fluido di processo e del dispositivo di essiccazione ad esso associato secondo la presente invenzione;

la figura 3 è un grafico che riporta un valore di
25 temperatura del gas da trattare in funzione del tempo e che illustra il funzionamento dell'apparato secondo la presente invenzione; e

la figura 4 è un'illustrazione schematica di una seconda forma di realizzazione dell'apparato per la refrigerazione di un fluido di processo secondo la presente invenzione.

5 Con riferimento inizialmente alle figure 1A e 2, un apparato per la refrigerazione di un fluido di processo è indicato schematicamente nel suo complesso con il numero 100, ed è destinato ad essere utilizzato in associazione con un dispositivo essiccatore 10 per il trattamento di gas
10 compresso da deumidificare.

Il dispositivo essiccatore 10 è illustrato nelle figure 1A ed 1B e comprende un ingresso 101 ed un'uscita 102 dell'aria o di altro fluido da trattare, che si muove lungo un percorso definito essenzialmente da un tratto
15 orizzontale 103 ed un tratto verticale 104 del dispositivo 10.

Lungo il tratto verticale 104, il dispositivo 10 comprende uno scambiatore di calore 11, nel quale l'aria scambia calore con un fluido di processo proveniente dall'apparato
20 100. A tale scopo il dispositivo essiccatore 10 presenta, lungo il tratto verticale 104 un ingresso 41 ed un'uscita 42 del fluido di processo, disposti in maniera tale che i due flussi del fluido di processo e del gas da trattare siano in controcorrente ed effettuino uno scambio termico.
25 Si noti inoltre che lo scambiatore di calore formerà una

parte comune con l'apparato 100, in cui, a seguito dello scambio termico tra gas da trattare e fluido di processo svolge la funzione di un evaporatore, indicato con il numero di riferimento 4. All'uscita 11B dallo scambiatore
5 il gas sarà quindi raffreddato portandolo al punto di rugiada richiesto, per essere inviato ad un separatore di condensa 12, nel quale viene separata la componente umida presente nel gas da trattare.

All'uscita dal separatore di condensa 12, il gas segue un
10 percorso di ritorno, per essere inviato in scambiatore gas-gas 103 a sviluppo prevalentemente orizzontale, dove ha luogo un ulteriore scambio termico tra il flusso di gas in ingresso ed il flusso in uscita.

L'apparato per la refrigerazione del fluido di processo è
15 quindi illustrato schematicamente in figura 2. Come precedentemente accennato l'apparato 100 secondo la presente invenzione consente di refrigerare un fluido di processo, che viene sfruttato nel dispositivo essiccatore 10 per far raggiungere un punto di rugiada prestabilito al
20 gas da trattare.

È comunque evidente che i medesimi concetti che saranno descritti a seguire potranno essere utilizzati anche per differenti applicazioni.

L'apparato 100 è formato da un circuito del fluido di
25 processo lungo il quale sono disposti in successione un

compressore 1, un condensatore 2, un primo organo di laminazione 3 ed l'evaporatore 4. Tali componenti sono collegati da rispettivi tratti di collegamento 11, 12, 13, 14, 15, lungo i quali il fluido di processo viene fatto
5 circolare.

Si può osservare come i componenti suddetti formano un circuito frigorifero. Il fluido di processo, ad esempio un fluido frigorifero quale l'R134a, viene compresso nel compressore 1, portandolo ad un valore di pressione p_1 e
10 successivamente portato ad una condizione pari o prossima a quella di liquido saturo tramite una condensazione a pressione costante nel condensatore 2. All'uscita dal condensatore il fluido è soggetto ad una laminazione nell'organo 3, raffreddandosi e portandosi ad una pressione
15 p_2 .

Il fluido di processo raffreddato viene utilizzato per raffreddare il gas da trattare tramite l'evaporatore 4 che, come illustrato in precedenza, è associato al dispositivo essiccatore 10, realizzando lo scambiatore di calore 11,
20 come precedentemente illustrato.

Il circuito frigorifero si chiude quindi inviando nuovamente il fluido di processo, che dopo lo scambio termico è in una condizione di temperatura leggermente superiore a quella di vapore saturo alla pressione p_2 , al
25 compressore 1.

Oltre ai componenti suddetti, l'apparato 100 comprende inoltre un secondo organo di laminazione 5 disposto in un secondo tratto 14' del percorso di circolazione che collega lo scambiatore 4 ed il compressore 1. In particolare, tale
5 secondo tratto è disposto in parallelo con il tratto 14 e, come sarà illustrato in maggiore dettaglio a seguire, il fluido di processo potrà essere inviato al compressore 1 principalmente tramite il primo tratto 14 o esclusivamente tramite il secondo tratto 14', essendo soggetto, in
10 quest'ultimo caso, all'azione di laminazione per mezzo del secondo organo di laminazione 5. Si noti che con il termine principalmente si vuole indicare che anche quando il fluido passa attraverso il primo tratto 14, una piccola frazione della sua portata può transitare per il secondo tratto 14'.
15 Tale frazione di portata non sarà però di entità tale da provocare alla portata complessiva del fluido che arriva al compressore una variazione significativa di pressione a seguito della laminazione operata dal secondo organo di laminazione.
20 Allo scopo di selezionare il tratto di passaggio della frazione principale del fluido, nel tratto 14 è presente un valvola di comando 50, azionabile tramite un'unità di controllo 6, che quando aperta invia il fluido di processo al compressore 1 sostanzialmente alle condizioni di uscita
25 dallo scambiatore 4, mentre, quando chiusa, interrompe il

passaggio nel primo tratto 14, inviando il fluido di processo al compressore dopo un'ulteriore laminazione e, di conseguenza, ad una pressione inferiore rispetto al caso precedente.

5 L'unità di controllo 6 aziona la valvola di comando 50 in funzione di un parametro caratteristico del livello termico del gas da trattare nel dispositivo essiccatore 10. È evidente che nel caso di differenti applicazioni il parametro considerato può essere differente, purché sia in
10 relazione con i valori di temperatura dell'aria, o altro fluido o gas da trattare, con il quale il fluido di processo scambia calore.

In particolare, il controllo del livello termico del gas da trattare consentirà di monitorare il carico richiesto,
15 inteso come quantità di calore che è necessario rimuovere dal gas da trattare per ottenerne l'essiccazione nel dispositivo di essiccazione.

Di conseguenza, il parametro caratteristico comprende almeno un valore di temperatura T_1 , che viene rilevato da
20 una sonda di temperatura 61 disposta in corrispondenza dello scambiatore di calore 4. Preferibilmente, nel presente caso, la sonda 61 è disposta in corrispondenza di una porzione di ingresso dello scambiatore 11, ovvero sia in corrispondenza dell'ingresso del gas da trattare nello
25 scambiatore 11.

In questo modo, quando il carico diminuisce oltre ad un certo livello e, conseguentemente, la sonda di temperatura 61 rileva un valore di temperatura T_1 inferiore ad una soglia predeterminata T_{eb} , l'unità di controllo 60 chiuderà
5 la valvola 50, facendo passare il fluido di processo per il secondo organo di laminazione 5.

Conseguentemente viene abbassata la pressione del circuito frigorifero e si ottiene una rarefazione del gas in aspirazione al compressore, una conseguente diminuzione
10 della portata di massa del compressore e conseguente riduzione della capacità frigorifera nell'evaporatore con un paritetico abbassamento della potenza elettrica assorbita dal compressore.

La chiusura della valvola 50 e la conseguente ulteriore
15 laminazione del fluido di processo consente perciò di controllare la temperatura del gas da trattare, evitando che scenda a valori eccessivamente bassi, incompatibili con il dispositivo di essiccazione 10.

Il funzionamento dell'apparato è quindi illustrato in
20 figura 3.

Quando, a causa di una riduzione del carico termico, la temperatura T_1 rilevata dalla sonda 61 scende al di sotto del valore T_{eb} , viene chiusa la valvola 50 ed effettuata la seconda laminazione tramite l'organo 5, effettuando quindi
25 la deviazione del flusso come sopra illustrato e la

conseguente perdita di carico aggiuntiva.

Si noti che può essere previsto un intervallo di tempo minimo t_m , a partire dall'istante in cui viene raggiunta la temperatura di soglia T_{eb} , durante il quale il fluido viene
5 comunque sottoposto alla perdita di carico aggiuntiva. Questa caratteristica permette di mantenere la valvola chiusa per tale intervallo di tempo minimo t_m anche se la temperatura oscilla intorno alla temperatura di soglia T_{eb} suddetta.

10 A questo punto, possono configurarsi tre differenti condizioni.

In un primo caso, descritto dalla curva A a tratto continuo, a seguito dell'ulteriore laminazione, la temperatura aumenta nuovamente fino a che la sonda 62
15 rileva una temperatura T_2 superiore ad una seconda temperatura di soglia T_{eh} . Una volta che la temperatura rilevata dalla sonda ha superato tale temperatura T_{eh} , la valvola 50 viene aperta nuovamente e l'apparato 100 lavora nuovamente nelle condizioni nominali di massimo
20 raffreddamento del fluido di processo. Se la temperatura, a seguito del ripristino di tale condizioni di funzionamento ritorna al di sotto della temperatura di soglia T_{eb} , la valvola verrà nuovamente chiusa, riportando l'apparato nelle condizioni sopra illustrate di minor raffreddamento
25 del fluido.

In questo modo si può avere un passaggio ciclico tra le due condizioni di lavoro dell'apparato 100.

Si noti che il compressore rappresenta complessivamente l'organo meccanico critico dell'apparato. Se esso fosse
5 azionato ciclicamente con elevata frequenza, il compressore sarebbe soggetto ad un rapido deterioramento con diminuzione anche drastica della sua vita utile complessiva. Al contrario, l'eventuale ciclicità di apertura / chiusura della valvola 50, anche con frequenze
10 relativamente elevate, non comporta alcun problema di funzionamento del compressore né alcun rischio di danneggiamento dell'apparato.

Nel secondo caso, descritto dalla curva B tratteggiata, dopo il superamento del valore di soglia T_{eb} il carico
15 termico è talmente ridotto da provocare un ulteriore abbassamento di temperatura.

Quando la sonda T1 rileva una temperatura di soglia T_{cb} il compressore viene spento e, di conseguenza, si ottiene un aumento di temperatura, fino al raggiungimento della
20 temperatura T_{ch} rilevata dalla sonda T2, oltre la quale il compressore viene nuovamente attivato nelle condizioni di massimo raffreddamento o di raffreddamento parziale.

Si noti che, in questo caso il tempo richiesto affinché avvenga il salto termico tra la temperatura di spegnimento
25 del compressore T_{cb} e la temperatura di successiva

riaccensione T_{ch} , anche alla luce delle condizioni di basso carico del sistema alle quali si può raggiungere la temperatura T_{cb} , è sufficiente a consentire il ciclo di spegnimento/accensione del compressore.

5 In un terzo caso, descritto dalla curva C a linea punto-tratto, una volta raggiunta la temperatura T_{eb} di attivazione della valvola 50, il sistema si mantiene ad una temperatura pressoché costante, al di sotto di una
10 ulteriore temperatura di soglia T_{ob} , compresa tra la temperatura T_{eb} di attivazione della valvola e la temperatura T_{cb} di spegnimento del compressore. In questo caso, il carico richiesto al sistema è comunque ridotto, non essendoci aumento di temperatura a seguito del
15 passaggio alla modalità di minor raffreddamento ma, a differenza del caso precedente, non sufficientemente ridotto da provocare un ulteriore abbassamento di temperatura.

Tuttavia, se tale condizione si mantiene sufficientemente a lungo, in particolare per un tempo superiore ad un
20 predeterminato intervallo t_{ob} , si può presupporre che il carico sia sufficientemente ridotto da poter spegnere il compressore. Tuttavia, prima di procedere allo spegnimento, superato l'intervallo t_{ob} , viene disattivata la valvola 50, causando un ulteriore abbassamento di temperatura fino a
25 raggiungere la temperatura T_{cb} di spegnimento del

compressore e procedere analogamente al caso precedente. Oltre a tali soglie, il sistema prevede anche un limite inferiore di temperatura T_{cl} , che, se rilevato dalla prima o dalla seconda sonda di temperatura, provocherà lo
5 spegnimento istantaneo del compressore 1 fino al raggiungimento della temperatura di soglia di riaccensione del compressore T_{ch} .

Con riferimento alle figure 1A ed 1B, si noterà che la prima sonda di temperatura 61 è collocata in un pozzetto di
10 misurazione 610 applicato su una parete dello scambiatore di calore 11 e serve a rilevare che la temperatura di parete rimanga al di sopra di 0° per evitare il congelamento della condensa. È evidente che il pozzetto di misurazione potrà essere semplicemente saldato o fissato in
15 maniera equivalente alla parete dello scambiatore, oppure potrà essere ricavato direttamente nella struttura dello scambiatore, tramite un'apposita lavorazione.

Secondo una forma di realizzazione preferita, l'evaporatore è del tipo "plate-fin", ovvero sia realizzati tramite una
20 pluralità di piastre 12 sovrapposte e alternate ad un gruppo di alette corrugate o, in alternativa, del tipo "bar and plate". Esso è pertanto intrinsecamente dotato di una massa metallica che sviluppa una certa capacità termica, ovvero una massa termica ancorché di relativamente piccola
25 taglia. È chiaro che una massa termica così ridotta non può

far fronte al 90% del carico termico dell'apparato per allungare efficacemente l'intervallo tra due accensioni consecutive del compressore. Essa è però in grado di far fronte ad una percentuale pur ridotta del carico termico
5 dell'apparato, ad esempio del 10-20%.

Il salto di pressione del gas frigorifero nella seconda laminazione è scelto in modo tale che la riduzione di potenza frigorifera dovuta alla seconda laminazione sia tale da compensare la "carenza" di massa termica
10 dell'evaporatore rispetto al fabbisogno energetico dell'apparato. In pratica si porta con la seconda laminazione l'apparato a lavorare con una potenza frigorifera pari al 10-20% della potenza originaria (ad elettrovalvola 50 aperta).

15 L'invenzione si perfeziona nel fatto che, oltre alla prima sonda che "sente" la temperatura di parete dello scambiatore per impedire che essa si abbassi fino alla temperatura di congelamento dell'umidità condensata, cosa che porterebbe al danneggiamento irrimediabile
20 dell'evaporatore, è prevista una seconda sonda di temperatura 62 posta, lungo il percorso del gas da trattare, a valle dello scambiatore 11 per rilevare un secondo valore di temperatura T2 corrispondente alla temperatura dell'aria trattata.

25 In particolare, la seconda sonda di temperatura 62 è

disposta all'interno di una porzione di alloggiamento 120 del separatore di condensa 12.

In questo caso, come precedentemente illustrato, il fluido di processo viene inviato al secondo organo di laminazione
5 5 quando la prima sonda 61 rileva una temperatura T1 inferiore ad una prima temperatura di soglia T_{eb} . Invece, il ripristino delle condizioni di massimo raffreddamento, con il secondo organo di laminazione che viene nuovamente escluso, avviene in funzione della temperatura rilevata
10 dalla seconda sonda 62, in particolare quando questa rileva una temperatura T2 superiore ad una seconda temperatura di soglia T_{eh} .

Si è riscontrato che il profilo della temperatura dell'aria a valle dell'evaporatore T2 durante il funzionamento sopra
15 indicato varia con ritardo e meno "nervosamente" rispetto alla temperatura di parete T1 dell'evaporatore stesso.

T1 risulta pertanto idonea a controllare la chiusura della valvola 50, con la conseguente attivazione della seconda laminazione, e/o lo spegnimento del compressore - ovverosia
20 va bene come soglia termica inferiore per evitare la formazione di ghiaccio nell'evaporatore - mentre va meno bene per controllare la riapertura della valvola 50 e/o la riaccensione del compressore poiché la temperatura di parete dell'evaporatore sale rapidamente, o comunque più
25 rapidamente della temperatura dell'aria a valle

dell'evaporatore. Quindi posso vantaggiosamente utilizzare le temperature rilevate dalla seconda sonda 62 per tali controlli.

In questo modo, si potrà avere un migliore controllo del
5 livello termico del gas da trattare, proprio perché è possibile avere un'osservazione delle condizioni reali di temperatura nello scambiatore mentre, tramite il rilevamento della temperatura T1, verrebbe rilevato il superamento delle condizioni limite per mantenere chiusa la
10 valvola 50 con un certo anticipo rispetto alle condizioni reali dello scambiatore.

La presenza della seconda sonda di temperatura 62 permette quindi di aumentare l'efficienza dell'apparato.

Si noti infine che il circuito frigorifero può presentare
15 ulteriori tratti, non illustrati in figura, in parallelo con i tratti 14 e 14' e sui quali sono presenti ulteriori organi di laminazione. Tali ulteriori tratti saranno provvisti di rispettive valvole di comando, in maniera da effettuare un'ulteriore laminazione, in caso si voglia
20 prevedere due o più differenti livelli di refrigerazione ridotta per l'apparato 100 ed avere di conseguenza un controllo graduale della potenza frigorifera dell'apparato. Inoltre, deve essere osservato che il metodo di controllo tramite le due sonde di temperatura 61 e 62 potrà essere
25 applicato in qualunque tipologia di apparato per il

trattamento di gas umidi in cui il circuito frigorifero è grado di funzionare in almeno due condizioni di carico termico, una in cui si ha un massimo scambio termico con il gas da trattare ed una seconda in cui lo scambio è
5 relativamente inferiore.

Infatti, l'unità di controllo 6 potrà essere utilizzata per commutare il funzionamento del circuito frigorifero tra le due condizioni, sempre in funzione delle temperature rilevate dalle due sonde.

10 Con riferimento alla figura 4, una seconda forma di realizzazione dell'apparato secondo la presente invenzione prevede l'utilizzo di un tratto di by-pass 13' disposto all'uscita del primo organo di laminazione 3, in maniera da escludere parzialmente o totalmente l'evaporatore 4 dal
15 circuito del fluido di processo.

Più precisamente, il tratto di by-pass 13' consente di deviare la portate di flusso di processo in uscita dall'organo di laminazione 3 fino ad una posizione intermedia lungo l'evaporatore 4. In questo modo, lo
20 scambio termico tra fluido di processo e gas avrà luogo lungo un tratto inferiore e, conseguentemente, sarà realizzato un minor scambio termico.

Allo scopo di ottenere la deviazione della portata di fluido di processo la presente forma di realizzazione
25 prevede l'uso di due valvole di intercettazione 50' e 50'',

disposte rispettivamente nel tratto di by-pass 13' e a monte dell'evaporatore 4, che vengo utilizzate per alternativamente consentire o impedire il passaggio di fluido nei rispettivi tratti. È evidente che l'unità controllo effettuerà l'apertura di una valvola e la conseguente chiusura dell'altra, allo scopo di selezionare il funzionamento in condizioni di massimo raffreddamento (quando il fluido percorre interamente l'evaporatore) o di raffreddamento ridotto (quando il fluido passa per il tratto 13' e salta una parte di evaporatore o tutto).

La scelta delle condizioni operative dell'apparato avviene in maniera analoga a quanto descritto in precedenza, in funzione delle temperature T1 e T2 rilevate rispettivamente dalla sonda 61 e dalla sonda 62.

L'invenzione risolve quindi il problema proposto, conseguendo al contempo una pluralità di vantaggi, tra cui la possibilità di controllare il livello termico del gas da trattare con una soluzione semplice ed affidabile. Oltre ai vantaggi precedentemente illustrati, deve essere osservato che, rispetto alle altre soluzioni note, l'abbassamento della pressione in ingresso al compressore consente di far lavorare il compressore comunque in condizioni ottimali, senza sprechi energetici, anche quando l'apparato lavora nelle condizioni di raffreddamento ridotto. Inoltre, le condizioni specifiche a cui il compressore lavora in tale

condizione permettono di ridurre l'energia assorbita dal compressore, riducendo gli sprechi di energia quando il carico termico richiesto è ridotto.

In aggiunta, la possibilità di spegnere il compressore
5 periodicamente permette di ottenere un consistente risparmio energetico quando il carico viene particolarmente ridotto o completamente azzerato, nei periodi in cui non vi è necessità di trattamento del fluido, senza necessità di utilizzare soluzioni costruttive costose.

10

RIVENDICAZIONI

1. Apparato (100) per il trattamento di deumidificazione di un gas, comprendente un circuito (11, 12, 13, 14, 15) frigorifero di un fluido di processo lungo il quale sono
5 disposti in successione:
- un compressore (1);
 - un condensatore (2);
 - un primo organo di laminazione (3);
 - un evaporatore (4) che costituisce uno scambiatore di
10 calore (11) per effettuare uno scambio termico con il gas da trattare in maniera da realizzare una deumidificazione del medesimo,
- il circuito frigorifero comprendendo:
- un tratto di by-pass (13'; 14'), nel quale una portata
15 di fluido di processo può essere deviata allo scopo di ridurre la capacità frigorifera del circuito; e
 - un'unità di controllo (6) atta a deviare detta portata di fluido di processo in funzione di parametri di temperatura dell'apparato
- 20 caratterizzato dal fatto che detta unità di controllo (6) comprende una prima sonda di temperatura (61) disposta in corrispondenza di una zona di scambio termico tra il fluido di processo e il gas da trattare ed una seconda sonda di temperatura (62) disposta a
25 valle dello scambiatore di calore (11) formato

dall'evaporatore (4), dette sonde (61, 62) essendo preposte alla rilevazione di detti parametri di temperatura.

2. Apparato (100) secondo la rivendicazione 1, comprendente
5 un separatore di condensa (12) disposto a valle dello scambiatore di calore (11) per la deumidificazione del gas da trattare.

3. Apparato secondo la rivendicazione 2, in cui la seconda
sonda di temperatura (62) è disposta all'interno di una
10 porzione di alloggiamento del separatore di condensa (12).

4. Apparato (100) secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui la prima sonda di temperatura (61) è collocata in un pozzetto di misurazione (610) realizzato
15 in corrispondenza di una parete dello scambiatore di calore (11).

5. Apparato (100) secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui la prima sonda di temperatura (61) è disposta in corrispondenza di una porzione di ingresso
20 (11A) del gas da trattare nello scambiatore di calore (11).

6. Apparato (100) secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui detto tratto di by-pass (14') comprende un secondo organo di laminazione (5).

25 7. Apparato (100) secondo una delle rivendicazioni

precedenti, in cui detto tratto di by-pass (14') collega lo scambiatore (4) ed il compressore (1).

8. Apparato (100) secondo le rivendicazione 7, in cui detto tratto di by-pass è disposto in parallelo ad un tratto di collegamento (14) tra scambiatore (4) e compressore (1) che comprende una valvola di comando (50) azionata dall'unità di controllo (6) per selettivamente consentire il passaggio del fluido nel primo tratto di collegamento (14) o inibire tale passaggio, deviando la portata del fluido di processo nel tratto di by-pass (14').

9. Apparato (100) secondo le rivendicazione 8, in cui l'unità di controllo (6) è operativamente connessa con le sonde di temperatura (61, 62) ed con la valvola di comando (50) per comandare l'apertura/chiusura della valvola di comando (50) in funzione delle temperature (T1, T2) rilevata dalle sonde (61, 62).

10. Apparato (100) secondo la rivendicazione precedente, in cui detto compressore (1) è operativamente connesso all'unità di controllo (6), in maniera tale da essere disattivato quando la temperatura (T1) rilevata dalla prima sonda (61) si mantiene inferiore ad un valore di soglia (T_{ob}) per almeno un predeterminato intervallo di tempo (t_{ob}) e/o quando la temperatura (T1) scende al di sotto di un ulteriore valore predeterminato (T_{cb}).

11. Apparato (100) secondo una delle rivendicazioni da 1 a 5, in cui con il tratto di by-pass (13') collega un tratto di detto circuito (11, 12, 13, 14, 15) a valle del primo organo di laminazione (3) e l'evaporatore (4) in corrispondenza di una posizione intermedia tra ingresso ed uscita del percorso del fluido operativo lungo l'evaporatore (4).
12. Apparato (100) secondo una delle rivendicazioni da 1 a 5, in cui con il tratto di by-pass (13') collega un tratto di detto circuito (11, 12, 13, 14, 15) a valle del primo organo di laminazione (3) ed un tratto di circuito a valle dell'evaporatore (4).
13. Metodo per il controllo di un apparato per il trattamento di deumidificazione di un gas, detto apparato includendo un circuito (11, 12, 13, 14, 15) frigorifero di un fluido di processo, nel quale il fluido viene raffreddato tramite compressione, condensazione, laminazione e successiva evaporazione e comprendente uno scambiatore di calore (11) che scambia calore durante l'evaporazione del fluido di processo con il gas da trattare in maniera da raffreddarlo, in cui lo scambio termico effettuato dallo scambiatore è variabile a comando in funzione di valori di temperatura (T_1 , T_2) rilevati in corrispondenza di almeno due posizioni distinte, rispettivamente in corrispondenza di una zona

di scambio termico tra il fluido di processo e gas da trattare ed a valle dello scambiatore di calore (11), lungo il percorso del gas da trattare.

14. Metodo secondo la rivendicazione 13, in cui lo scambio termico effettuato dallo scambiatore è variato sottoponendo il fluido di processo ad una perdita di carica aggiuntiva.

15. Metodo secondo la rivendicazione 14, in cui detto passo di sottoporre il fluido alla perdita di carico aggiuntiva viene effettuato quando viene rilevata una prima temperatura (T_1) in corrispondenza zona di scambio termico tra il fluido di processo e gas inferiore ad una predeterminata temperatura di soglia (T_{eb}).

16. Metodo secondo la rivendicazione 15, in cui detto passo di sottoporre il fluido alla perdita di carico aggiuntiva viene interrotto quando viene rilevata una seconda temperatura (T_2) a valle dello scambiatore di calore (11) superiore ad una seconda temperatura di soglia (T_{eh}).

17. Metodo secondo la rivendicazione 16, in cui detta seconda temperatura di soglia (T_{eh}) è rilevata in corrispondenza di una porzione di alloggiamento di un separatore di condensa (12) del dispositivo essiccatore (10).

18. Metodo secondo una delle rivendicazioni da 13 a 15, in

cui il fluido è sottoposto alla perdita di carico aggiuntiva per una durata temporale non inferiore ad un predeterminato intervallo di tempo (t_m) a partire da un istante in cui viene raggiunta la temperatura di soglia (T_{eb}).

5

19. Metodo secondo la rivendicazione 18, in cui viene interrotta la compressione del fluido di processo se, successivamente al raggiungimento della temperatura di soglia (T_{eb}) alla quale il fluido viene sottoposto alla perdita di carico aggiuntiva, la temperatura (T_1) rilevata dalla prima sonda (61) non subisce alcun innalzamento durante un intervallo di tempo (t_{ob}) e/o scende al di sotto di un ulteriore valore di soglia (T_{cb}).

10

15

C L A I M S

1. An apparatus (100) for the dehumidification treatment of a gas, comprising a refrigerating circuit (11, 12, 13, 14, 15) for a process fluid along which are
5 disposed in succession:

- a compressor (1);
- a condenser (2);
- a first lamination device (3);
- an evaporator (4) which constitutes a heat exchanger
10 (11) for performing a thermal exchange with the gas to be treated, in such a way as to effect the dehumidification thereof,

the refrigerating circuit comprising:

- a by-pass portion (13'; 14'), in which a flow rate
15 of process fluid can be diverted for the purpose of reducing the refrigeration capacity of the circuit; and
- a control unit (6) suitable for diverting the flow rate of process fluid depending on temperature
20 parameters of the apparatus

characterized in that the control unit (6) comprises a first temperature probe (61) disposed in the region of a zone of thermal exchange between the process fluid and the gas to be treated and a second temperature probe (62)
25 disposed downstream of the heat exchanger (11) formed by the evaporator (4), the probes (61, 62) being arranged for the detection of said temperature parameters.

2. An apparatus (100) according to claim 1, comprising a condensate separator (12) disposed
30 downstream of the heat exchanger (11) for the dehumidification of the gas to be treated.

3. An apparatus according to claim 2, wherein the second temperature probe (62) is disposed inside a housing portion of the condensate separator (12).

4. An apparatus (100) according to any one of the preceding claims, wherein the first temperature probe (61) is placed in a measuring well (610) provided in the region of a wall of the heat exchanger (11).

5. An apparatus (100) according to any one of the preceding claims, wherein the first temperature probe (61) is disposed in the region of an inlet portion (11A) for the gas to be treated in the heat exchanger (11).

6. An apparatus (100) according to any one of the preceding claims, wherein the by-pass portion (14') comprises a second lamination device (5).

7. An apparatus (100) according to any one of the preceding claims, wherein the by-pass portion (14') connects the exchanger (4) and the compressor (1).

8. An apparatus (100) according to claim 7, wherein the by-pass portion is disposed in parallel with a connecting portion (14) between exchanger (4) and compressor (1) which comprises a control valve (50) actuated by the control unit (6) for selectively permitting the passage of the fluid into the first connecting portion (14) or preventing such passage, diverting the flow rate of the process fluid into the by-pass portion (14').

9. An apparatus (100) according to claim 8, wherein the control unit (6) is operatively connected to the temperature probes (61, 62) and to the control valve (50) for controlling the opening/closure of the control valve (50) depending on the temperatures (T1, T2) detected by the probes (61, 62).

10. An apparatus (100) according to the preceding claim, wherein the compressor (1) is operatively connected to the control unit (6), in such a way as to be deactivated when the temperature (T1) detected by the first probe (61) remains below a threshold value (T_{ob}) for at least a predetermined time interval (t_{ob}) and/or when the temperature (T1) drops below a further predetermined value (T_{cb}).

11. An apparatus (100) according to any one of claims 1 to 5, wherein with the by-pass portion (13') there connects a portion of said circuit (11, 12, 13, 14, 15) downstream of the first lamination device (3) and the evaporator (4) in the region of a position intermediate between the inlet and the outlet of the path of the operating fluid along the evaporator (4).

12. An apparatus (100) according to any one of claims 1 to 5, wherein with the by-pass portion (13') there connects a portion of said circuit (11, 12, 13, 14, 15) downstream of the first lamination device (3) and a circuit portion downstream of the evaporator (4).

13. A method for the control of an apparatus for the dehumidification treatment of a gas, the apparatus including a refrigerating circuit (11, 12, 13, 14, 15) for a process fluid, in which the fluid is cooled by means of compression, condensation, lamination and subsequent evaporation, and comprising a heat exchanger (11) which exchanges heat during the evaporation of the process fluid with the gas to be treated in such a way as to cool it, wherein the thermal exchange performed by the exchanger is variable in a controlled manner depending on the temperature values (T1, T2) detected in the region of at least two different positions, respectively in the

region of a zone of thermal exchange between the process fluid and gas to be treated and downstream of the heat exchanger (11), along the path of the gas to be treated.

14. A method according to claim 13, wherein the thermal exchange performed by the exchanger is varied by
5 subjecting the process fluid to an additional loss of pressure.

15. A method according to claim 14, wherein the step of subjecting the fluid to the additional loss of
10 pressure is performed when a first temperature (T_1) is detected, in the region of the zone of thermal exchange between the process fluid and gas, below a predetermined threshold temperature (T_{eb}).

16. A method according to claim 15, wherein the step of subjecting the fluid to the additional loss of
15 pressure is interrupted when a second temperature (T_2) is detected, downstream of the heat exchanger (11), higher than a second threshold temperature (T_{eh}).

17. A method according to claim 16, wherein the second threshold temperature (T_{eh}) is detected in the
20 region of a housing portion of a condensate separator (12) of the drying device (10).

18. A method according to any one of claims 13 to 15, wherein the fluid is subjected to the additional loss
25 of pressure for a period of time which is not less than a predetermined time interval (t_m) starting from a moment in which the threshold temperature (T_{eb}) is reached.

19. A method according to claim 18, wherein the compression of the process fluid is interrupted if, after
30 the threshold temperature (T_{eb}) is reached at which the fluid is subjected to the additional loss of pressure, the temperature (T_1) detected by the first probe (61)

does not undergo any rise during a time interval (t_{ob}) and/or drops below a further threshold value (T_{cb}).

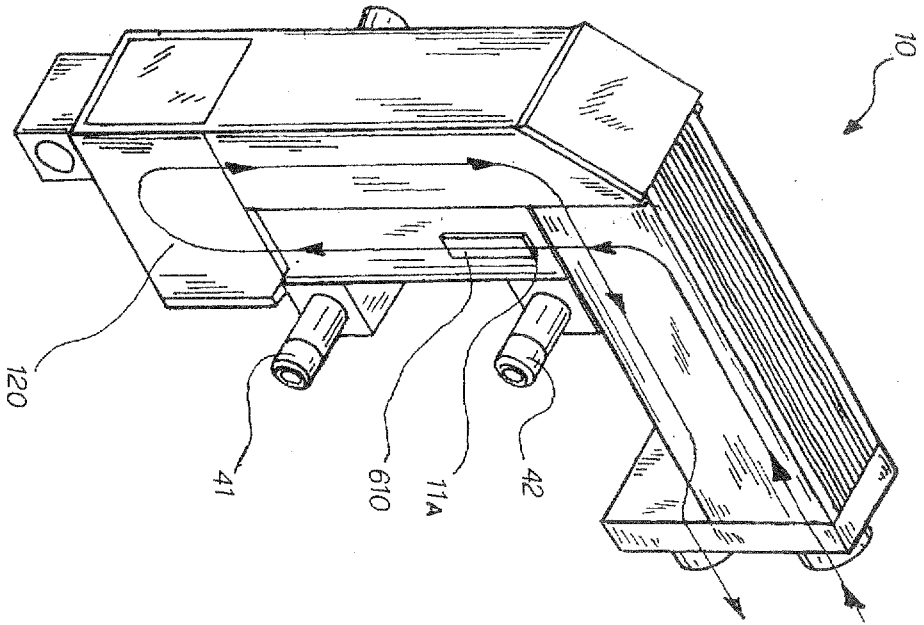


FIG. 1a

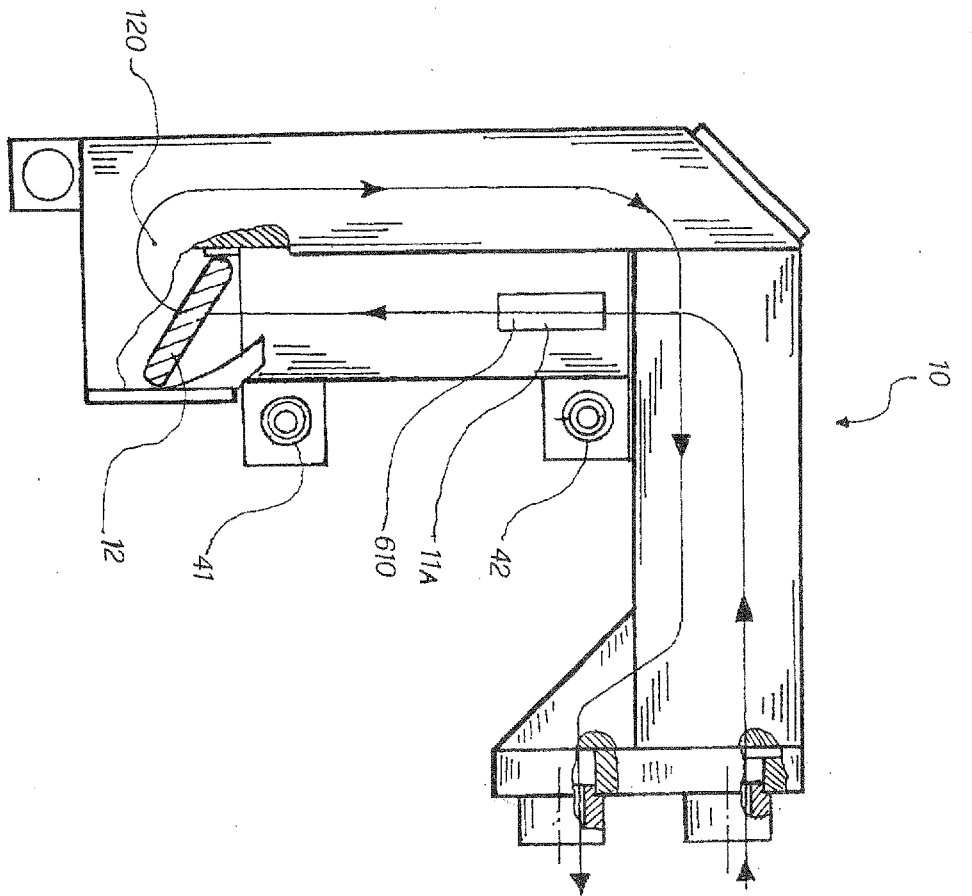


FIG. 1b

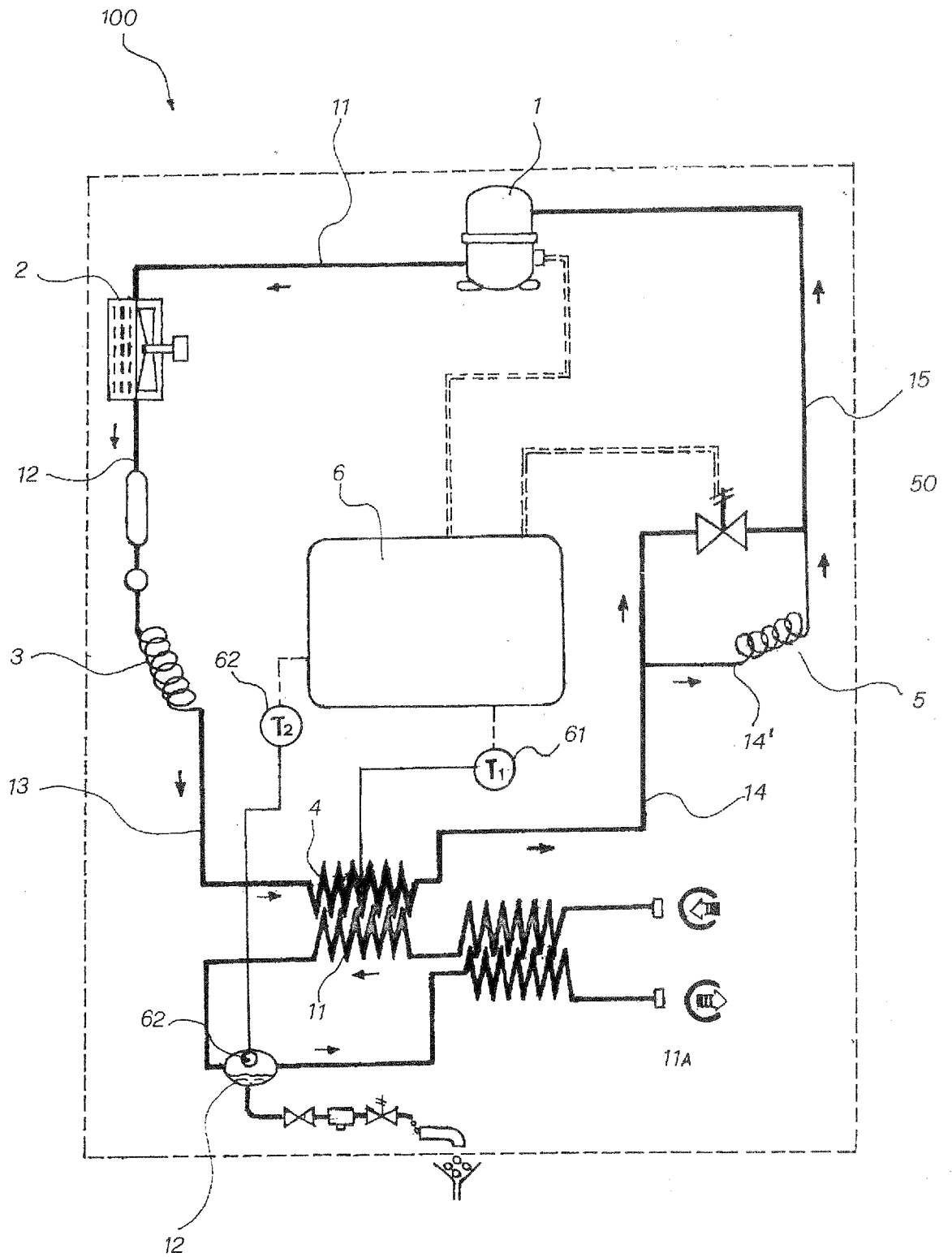


FIG.2

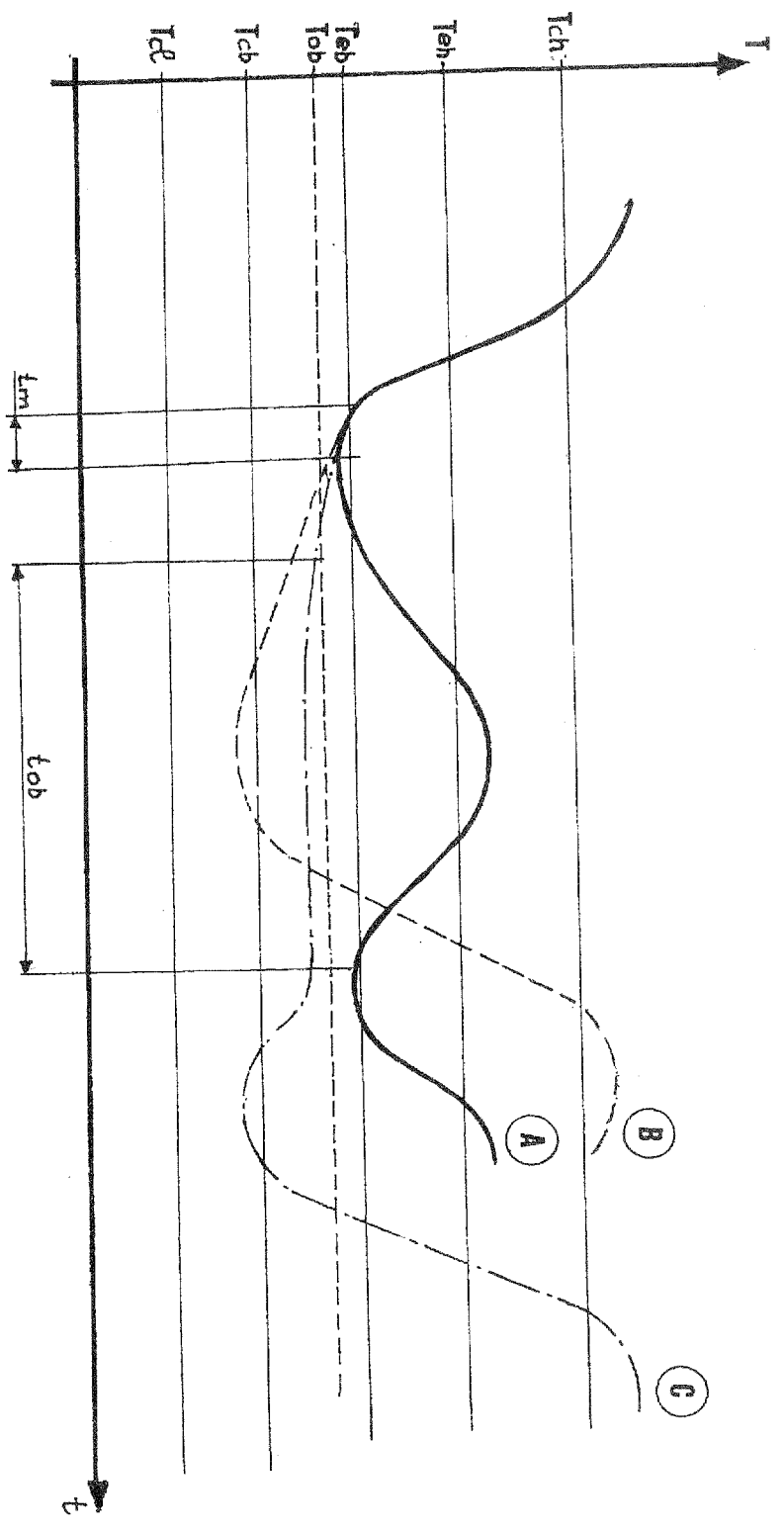


FIG.3

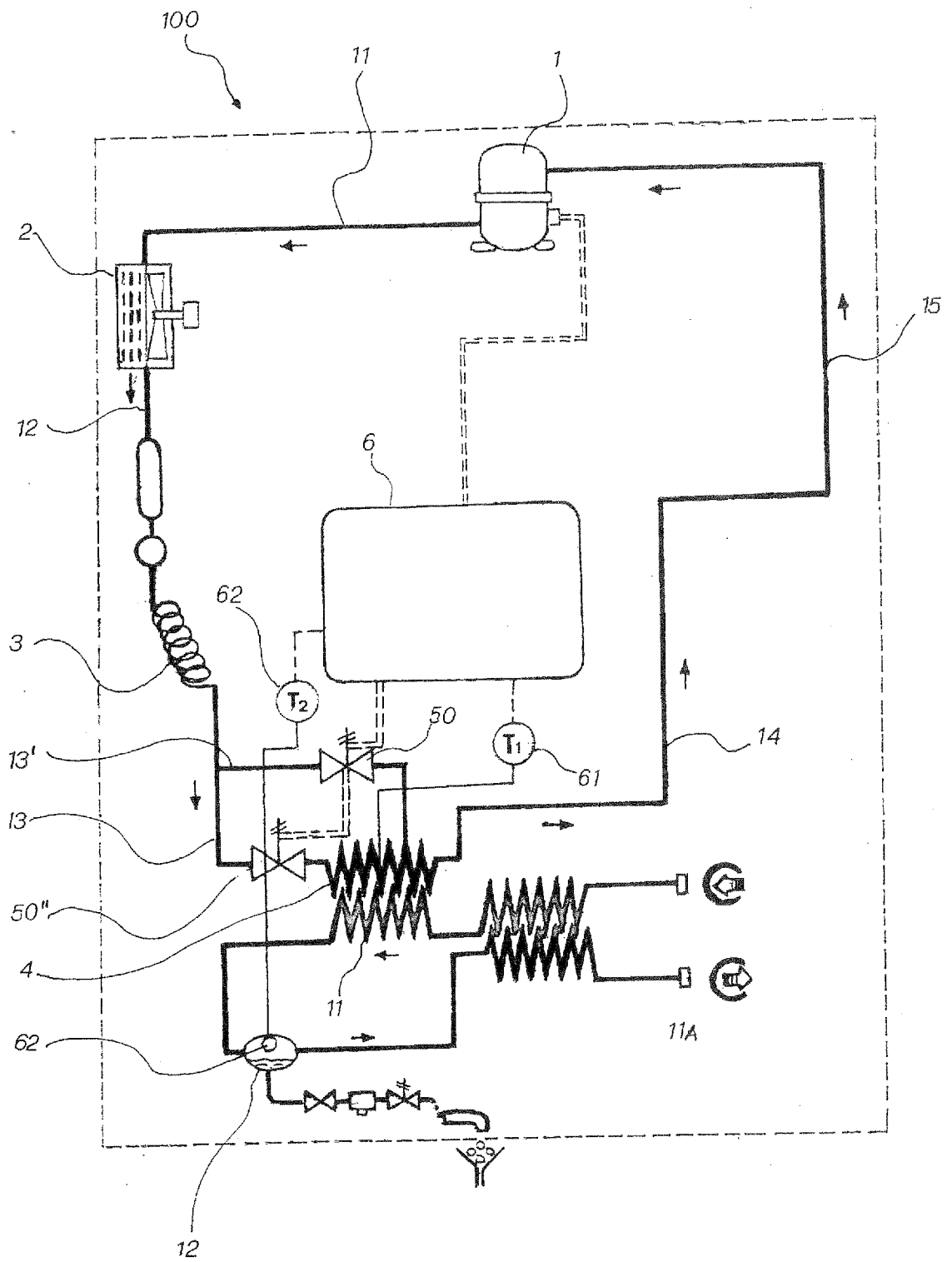


FIG.4