

# ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902108014A1

Publication Date

20140606

Applicant

CLIMAVENETA S.P.A.

Title

UNITA' DI TRATTAMENTO DELL'ARIA IN INGRESSO IN UN AMBIENTE

Descrizione di una domanda di brevetto per invenzione industriale  
a nome CLIMAVENETA S.p.A.

### DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad una unità ad espansione diretta a ciclo reversibile estivo/invernale per il trattamento dell'aria in immissione ad un ambiente asservito.

Il particolare si fa riferimento ad una unità progettata per il trattamento in temperatura ed umidità dell'aria con elevata efficienza e precisione.

Sono presenti sul mercato condizionatori d'aria monoblocco che presentano un circuito aeraulico concatenato con un circuito frigorifero con ciclo di funzionamento ad espansione diretta e reversibile estivo/invernale.

In alcune tipologie note di condizionatori d'aria la procedura di deumidificazione prevede un primo raffreddamento dell'aria ed il suo successivo riscaldamento per conseguire la temperatura desiderata per l'immissione nell'ambiente.

Questo tipo di procedura di deumidificazione richiede un dispendio di potenza frigorifera perché l'aria deve essere raffreddata fino ad una temperatura inferiore rispetto a quella desiderata per l'immissione nell'ambiente.

Talune tipologie note di condizionatori d'aria per la deumidificazione dell'aria sono munite di un rotore de-essicante impregnato con un materiale disidratante ed adsorbente, e prevedono per la rigenerazione del materiale disidratante ed adsorbente del rotore de-essicante un procedimento di esposizione dello stesso ad una fonte esterna di calore, ad esempio un bruciatore a gas, che da un lato può complicare la costruzione dei condizionatori d'aria e dall'altro può determinare uno scadimento delle loro prestazioni ed in particolare del loro rendimento energetico.

Compito tecnico che si propone la presente invenzione è, pertanto, quello di realizzare una unità ad espansione diretta a ciclo reversibile estivo/invernale per il trattamento dell'aria in immissione ad un ambiente del tipo sopra descritto, del tipo comprendente per la deumidificazione dell'aria un rotore de-essicante impregnato con un materiale disidratante ed adsorbente, che consenta di eliminare gli inconvenienti tecnici lamentati della tecnica nota.

Nell'ambito di questo compito tecnico uno scopo dell'invenzione è quello di realizzare una unità ad espansione diretta a ciclo reversibile estivo/invernale del tipo sopra descritto che presenti una

continuità di funzionamento con elevata efficienza e precisione e con un elevato rendimento energetico.

Il compito tecnico, nonché questi ed altri scopi, secondo la presente invenzione vengono raggiunti realizzando una unità di trattamento dell'aria in ingresso in un ambiente, comprendente un circuito aeraulico concatenato con almeno un primo circuito frigorifero con ciclo di funzionamento ad espansione diretta e reversibile estivo/invernale, caratterizzata dal fatto che detto circuito aeraulico comprende almeno un rotore de-essicante impregnato con un materiale disidratante ed adsorbente, ed almeno un recuperatore entalpico rotativo controllato da un regolatore di velocità, e detto almeno un primo circuito frigorifero comprende almeno un compressore controllato da un regolatore di velocità.

L'unità di trattamento dell'aria conforme all'invenzione permette di realizzare il rinnovo ed il trattamento dell'aria di mandata con estrema precisione e continuità di funzionamento in modo tale da mantenere costante nel tempo la temperatura e l'umidità dell'aria di mandata ai valori desiderati.

Tale unità di trattamento è autonoma e può essere utilizzata in impianti aria-aria o anche in impianti misti aria-acqua: in particolare la sua capacità di poter lavorare in maniera autonoma e

continua ne permette l'utilizzo come un sistema indipendente per la gestione dell'aria integrato all'interno di impianti polivalenti aria-aria o aria-acqua.

La previsione del rotore de-essicante consente di deumidificare l'aria senza spreco di potenza per l'unità in quanto si può sfruttare all'uopo la potenza condensante del primo circuito frigorifero: non è più necessario realizzare la tradizionale procedura di deumidificazione con iniziale raffreddamento e successivo riscaldamento. A parità di potenza erogata quindi si possono conseguire dei rapporti più alti tra potenza sensibile e potenza totale, e si possono conseguire dei punti di rugiada più alti, mentre il primo circuito frigorifero può lavorare con una temperatura di evaporazione più alta e quindi a condizioni più efficienti.

La previsione di un regolatore della velocità del compressore del primo circuito frigorifero permette di seguire in modo molto preciso l'andamento del carico dell'aria esterna e di fornire esattamente la potenza richiesta per mantenere la temperatura dell'aria di mandata al valore desiderato.

Il recuperatore di calore rotativo consente il recupero di calore di tipo entalpico contenuto nell'aria di ritorno e vantaggiosamente presenta velocità di rotazione regolabile per l'ottimizzazione del

suo apporto e per l'eliminazione del minimo gradino di potenza del compressore a velocità variabile.

Vantaggiosamente anche il ventilatore di mandata presenta una velocità regolabile che si adegua alle caratteristiche dell'impianto in cui è utilizzata l'unità di trattamento anche durante il funzionamento dell'unità di trattamento.

Grazie all'effetto sinergico derivante dalla regolazione combinata della velocità di rotazione del compressore a velocità variabile, del recuperatore di calore rotativo a velocità variabile ed eventualmente anche del ventilatore di mandata previsto anch'esso preferibilmente con velocità variabile, l'unità di trattamento garantisce la stabilità della temperatura e umidità dell'aria di mandata ai valori desiderati.

Altre caratteristiche della presente invenzione sono definite, inoltre, nelle rivendicazioni successive.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno maggiormente evidenti dalla descrizione di una forma di esecuzione preferita ma non esclusiva dell'unità di trattamento dell'aria secondo il trovato, illustrata a titolo indicativo e non limitativo nei disegni allegati, in cui:

la figura 1 mostra lo schema dell'unità di trattamento in un

possibile ciclo di funzionamento estivo, con frecce direzionali lungo il circuito seguito dal fluido frigorifero in ciascun circuito frigorifero e frecce direzionali lungo il circuito seguito dall'aria nel circuito aeraulico;

la figura 2 mostra lo schema dell'unità di trattamento in un possibile ciclo di funzionamento estivo quando viene attivato il processo di rigenerazione del rotore de-essicante, con frecce direzionali lungo il circuito seguito dal fluido frigorifero in ciascun circuito frigorifero e frecce direzionali lungo il circuito seguito dall'aria nel circuito aeraulico;

la figura 3 mostra lo schema dell'unità di trattamento in un possibile ciclo di funzionamento invernale, con frecce direzionali lungo il circuito seguito dal fluido frigorifero in ciascun circuito frigorifero e frecce direzionali lungo il circuito seguito dall'aria nel circuito aeraulico;

la figura 4 mostra lo schema dell'unità di trattamento in un possibile ciclo di sbrinamento a gas caldo, con frecce direzionali lungo il circuito seguito dal fluido frigorifero in ciascun circuito frigorifero e frecce direzionali lungo il circuito seguito dall'aria nel circuito aeraulico;

la figura 5 mostra un diagramma psicometrico con le differenti

trasformazioni a cui è assoggettabile un flusso di aria di mandata rispetto al caso di un tradizionale processo di trattamento con deumidificazione ottenuta da un primo raffreddamento e successivo riscaldamento.

Con riferimento alle figure citate, viene mostrato una unità di trattamento dell'aria in ingresso in un ambiente, indicata complessivamente con il numero di riferimento 1.

L'unità di trattamento 1 comprende un circuito aeraulico concatenato con almeno un primo circuito frigorifero con ciclo di funzionamento ad espansione diretta e reversibile estivo/invernale.

L'unità di trattamento 1 presenta una costruzione monoblocco che prevede un involucro al cui interno sono integrati tutti i componenti che fanno parte dei circuiti frigoriferi previsti e del circuito aeraulico.

Preferibilmente ma non necessariamente il circuito aeraulico è concatenato con anche almeno un secondo circuito frigorifero con ciclo di funzionamento ad espansione diretta e reversibile estivo/invernale, separato dal primo circuito frigorifero.

Il circuito aeraulico comprende una canalizzazione di mandata 2 dell'aria nell'ambiente, una canalizzazione di ritorno 3 dell'aria dall'ambiente, almeno un ventilatore di mandata 4 previsto lungo la

canalizzazione di mandata 2 per la generazione di un flusso di aria, preferibilmente un ventilatore di ritorno 5 previsto lungo la canalizzazione di ritorno 3, almeno un rotore de-essicante 6 impregnato con un materiale disidratante ed adsorbente, ed un recuperatore entalpico rotativo 7 agente da scambiatore di calore tra la canalizzazione di mandata 2 e la canalizzazione di ritorno 3.

Vantaggiosamente il recuperatore di calore rotativo 7 è controllato da un regolatore di velocità, ad esempio un inverter.

Il recuperatore rotativo 7 ha il compito di scambiare calore sensibile e latente tra l'aria di mandata e l'aria di ritorno.

Vantaggiosamente anche almeno il ventilatore di mandata 4 è controllato da un regolatore di velocità, ed in particolare anche il ventilatore di ritorno 5 è controllato da un regolatore di velocità.

In particolare i ventilatori 4 e 5 sono di tipo plug fan con motore asincrono comandato da inverter.

Il ventilatore di mandata 4 ed il ventilatore di ritorno 5, che ha il compito di prelevare direttamente l'aria dall'ambiente asservito e di espellerla, sono controllati elettronicamente in portata e quindi lavorano la stessa quantità volumetrica oraria di aria con il risultato che l'ambiente asservito risulta pneumaticamente neutro.

Il rotore de-essicante 6 è realizzato preferibilmente con fogli piani

ed ondulati la cui superficie è rivestita con uno strato di Silica Gel la cui capacità di trattenere e rilasciare umidità varia al variare della temperatura del flusso di aria che lo investe.

Il rotore de-essicante 6 intercetta la canalizzazione di mandata 2 in corrispondenza di un primo punto ed in corrispondenza di un secondo punto a valle del primo punto rispetto alla direzione del flusso dell'aria di mandata.

Un primo scambiatore di calore 8 è previsto tra la canalizzazione di mandata 2 del circuito aeraulico ed il primo circuito frigorifero, un secondo scambiatore di calore 9 è previsto tra la canalizzazione di mandata 2 del circuito aeraulico ed il primo circuito frigorifero, ed un terzo scambiatore di calore 10 è previsto tra un vano terminale 27 della canalizzazione di ritorno 3 del circuito aeraulico ed il primo circuito frigorifero.

Analogamente un quarto scambiatore di calore 11 è previsto tra la canalizzazione di mandata 2 del circuito aeraulico ed il secondo circuito frigorifero, un quinto scambiatore di calore 12 è previsto tra la canalizzazione di mandata 2 del circuito aeraulico ed il secondo circuito frigorifero, ed un sesto scambiatore di calore 13 è previsto tra il vano terminale 27 della canalizzazione di ritorno 3 del circuito aeraulico ed il secondo circuito frigorifero.

Preferibilmente il quarto scambiatore di calore 11 e il primo scambiatore di calore 8 comprendono batterie alettate reciprocamente intrecciate, così come il quinto scambiatore di calore 12 ed il secondo scambiatore di calore 9 comprendono batterie alettate reciprocamente intrecciate.

Il terzo scambiatore di calore 10 e il sesto scambiatore di calore 13 comprendono ciascuno una batteria alettata a cui sono asserviti uno o più ventilatori assiali 10a, 13a.

In particolare il vano 27 è ripartito in due sotto vani adiacenti indipendenti 28, 29 tramite un setto separatore 30.

Il sotto vano 28, dove è posizionato il pacco alettato 10 ed il ventilatore assiale 10a, presenta una prima via di accesso 31 munita di primi mezzi valvolari a serranda 32 per l'aspirazione di aria dall'ambiente esterno, una seconda via di accesso 33 munita di mezzi valvolari a serranda 34 per l'accesso del flusso di aria dalla canalizzazione di ritorno 3, ed una via di uscita 35 per il flusso di aria di ritorno.

Il sotto vano 29, dove è posizionato il pacco alettato 13 ed il ventilatore assiale 13a, presenta una prima via di accesso 36 munita di primi mezzi valvolari a serranda 37 per l'aspirazione di aria dall'ambiente esterno, una seconda via di accesso 38 munita di

mezzi valvolari a serranda 39 per l'accesso del flusso di aria dalla canalizzazione di ritorno 3, ed una via di uscita 40 per il flusso di aria di ritorno.

Il circuito aeraulico comprende preferibilmente, tra un punto della canalizzazione di mandata 2 a valle del recuperatore di calore 7 rispetto alla direzione del flusso dell'aria di mandata ed un punto della canalizzazione di ritorno 3 a monte del recuperatore di calore 7 rispetto alla direzione del flusso dell'aria di ritorno, una canalizzazione di collegamento 14a munita di mezzi valvolari ad esempio di tipo a serranda 14 per il by pass del recuperatore di calore 7.

Il circuito aeraulico preferibilmente comprende inoltre una derivazione 15 della canalizzazione di mandata 2 in un punto della canalizzazione di mandata 2 a monte del primo punto in cui il rotore de-essicante 6 intercetta il flusso dell'aria di mandata, munita di mezzi valvolari 16, ad esempio di tipo a serranda, per il by pass del rotore de-essicante 6.

Il circuito aeraulico comprende altresì mezzi 17 di parzializzazione della portata del flusso di aria di mandata che attraversa il rotore de-essicante 6.

I mezzi di parzializzazione 17 comprendono una derivazione 18

della canalizzazione di mandata 2 munita di mezzi valvolari 19. Tale derivazione 18 si origina in un punto della canalizzazione di mandata 2 a monte del primo punto in cui il rotore de-essicante 6 intercetta il flusso dell'aria di mandata, e termina in un punto della canalizzazione di mandata 2 a valle del primo punto in cui il rotore de-essicante 6 intercetta il flusso dell'aria di mandata ma a monte dell'assieme formato dal secondo scambiatore di calore 9 e dal quinto scambiatore di calore 12.

I mezzi di parzializzazione 17 comprendono altresì una derivazione 20 della canalizzazione di mandata 2 munita di mezzi valvolari 21. Tale derivazione 20 si origina in un punto della canalizzazione di mandata 2 a monte del secondo punto in cui il rotore de-essicante 6 intercetta il flusso dell'aria di mandata ma a valle dell'assieme formato dal secondo scambiatore di calore 9 e dal quinto scambiatore di calore 12, e termina in un punto della canalizzazione di mandata 2 a valle del secondo punto in cui il rotore de-essicante 6 intercetta il flusso dell'aria di mandata.

Lungo la canalizzazione di mandata 2 si susseguono quindi in cascata il recuperatore di calore 7, il ventilatore di mandata 4, l'assieme formato dal primo scambiatore di calore 8 e dal quarto scambiatore di calore 11, un primo settore angolare del rotore de-

essicante 6, l'assieme formato dal secondo scambiatore di calore 9 e dal quinto scambiatore di calore 12, ed un secondo settore angolare del rotore de-essicante 6 diametralmente opposto al primo settore angolare.

Il circuito aeraulico è completato da un terminale 47 di ingresso dell'aria da trattare nella canalizzazione di mandata 2, munito di apposite griglie antipioggia 48, filtri pieghettati 49, 50 per l'aria in ingresso al recuperatore rotativo 7, e filtri ad alta efficienza 51.

Vantaggiosamente il primo circuito frigorifero comprende oltre al primo scambiatore di calore 8, al secondo scambiatore di calore 9 ed al terzo scambiatore di calore 10, almeno un compressore 22 controllato da un regolatore di velocità, ad esempio un inverter, una valvola 41 a quattro vie per l'inversione del ciclo, una valvola di espansione 42, mezzi valvolari 52,53,54,55,56,57 e mezzi valvolari 43 di modulazione dell'alimentazione del secondo scambiatore di calore 8.

Vantaggiosamente il secondo circuito frigorifero comprende oltre al quinto scambiatore di calore 11, al quinto scambiatore di calore 12 ed al sesto scambiatore di calore 13, almeno un compressore 23 a velocità fissa, una valvola 44 a quattro vie per l'inversione del ciclo, una valvola di espansione 45, e mezzi valvolari 46 di

modulazione dell'alimentazione quarto scambiatore di calore 11.

Dal punto di vista funzionale, nel ciclo di funzionamento estivo dell'unità 1, quando il primo circuito frigorifero è attivo, il primo scambiatore 8 può fungere da condensatore per il primo circuito frigorifero per riscaldare il flusso di aria circolante nella canalizzazione di mandata 2 quando è richiesta la rigenerazione del rotore de-essicante 6, il secondo scambiatore di calore 9 funge da evaporatore per il primo circuito frigorifero per raffreddare (da solo o eventualmente in combinazione con l'evaporatore del secondo circuito frigorifero) alla temperatura desiderata il flusso di aria circolante nella canalizzazione di mandata 2, il rotore de-essicante 6 interagisce con il flusso di aria riscaldata dal primo scambiatore termico 8 quando è attivo il processo di rigenerazione, e con il flusso di aria raffreddata dal secondo scambiatore termico 9 per deumidificarla, mentre il terzo scambiatore di calore 10 funge da condensatore per il primo circuito frigorifero.

Inoltre, nel ciclo di funzionamento estivo dell'unità 1, quando il secondo circuito frigorifero è attivo, il quarto scambiatore 11 può fungere da condensatore per il secondo circuito frigorifero per riscaldare il flusso di aria circolante nella canalizzazione di mandata 2 quando è richiesta la rigenerazione del rotore de-

essicante 6, il quinto scambiatore di calore 12 funge da evaporatore per il secondo circuito frigorifero per raffreddare alla temperatura desiderata il flusso di aria circolante nella canalizzazione di mandata 2 (da solo o eventualmente in combinazione con l'evaporatore del primo circuito frigorifero), il rotore de-essicante 6 interagisce con il flusso di aria riscaldata dal quarto scambiatore termico 11 per rigenerare il materiale disidratante ed adsorbente quando è attivo il processo di rigenerazione, e con il flusso di aria raffreddata dal quinto scambiatore termico 12 per deumidificarla, mentre il sesto scambiatore di calore 13 funge da condensatore per il secondo circuito frigorifero.

Nel ciclo di funzionamento estivo l'aria in ingresso alle batterie 10 e/o 13 è costituita da una miscela tra l'aria esterna entrante dalle serrande 32 e/o 37, e l'aria di ritorno in arrivo dalle serrande 34 e/o 39. I ventilatori assiali 10a, 13a sono a velocità variabile e la loro portata d'aria è funzione della pressione di condensazione. La portata d'aria di ritorno che transita dalle serrande 32 e/o 37 è invece costante poiché costante è la portata d'aria di mandata. Ne deriva che, in estate, la miscela in ingresso alle batterie 10 e/o 13 è costituita da un flusso d'aria variabile in portata ed in temperatura.

Nel ciclo di funzionamento estivo per portare il flusso di aria di

mandata alle condizioni di temperatura e umidità desiderate si utilizza anche il contenuto energetico del flusso di aria di ritorno mediante attivazione del recuperatore di calore rotativo 7 e si utilizza almeno una parte della potenza condensante del secondo scambiatore di calore 8 del primo circuito frigorifero e/o del quarto scambiatore di calore 11 del secondo circuito frigorifero, se previsto, per la rigenerazione del rotore de-essicante 6. La temperatura viene controllata grazie al compressore a velocità variabile 22 e ai ventilatori di mandata e di ritorno 4 e 5, che garantiscono la portata d'aria richiesta in mandata e quella di ritorno dall'ambiente necessaria a garantire il salto entalpico richiesto sul recuperatore rotativo 7 che a sua volta è regolato in velocità per regolare in maniera opportuna in abbinata con il compressore a velocità variabile 22 il contenuto entalpico da trasferire all'aria di trattamento.

Come si vede nel diagramma psicrometrico di figura 5 l'aria di mandata è assoggettata alle seguenti trasformazioni: 1-2 attraverso il recuperatore di calore 7; 2-3 attraverso la sezione rigenerante del rotore de-essicante 6; 3-4 attraverso il secondo scambiatore di calore 9; e 4-5 attraverso la sezione di processo del rotore de-essicante 6. Conseguentemente l'aria da trattare risparmia il salto

entalpico dovuto al raffreddamento (trasformazione 2-4') e successivo postriscaldamento (trasformazione 4'-5) che si verificano in un tradizionale processo di trattamento dell'aria.

Come detto la deumidificazione dell'aria da trattare è realizzata tramite il rotore de-essicante 6: esso attua un processo di asciugatura dell'aria utilizzando una quantità consistente di silice gel deposta su un tamburo costituito da materiale leggero e termoisolante al fine di trasferire solo la parte di calore latente. Per ottimizzare il consumo energetico del ventilatore di mandata 4 si regola la portata dell'aria di mandata che attraversa il rotore de-essicante 6 in funzione del tasso di umidità presentato dall'aria di mandata prima dell'interazione con la ruota de-essicante 6 stessa: qualora il tasso di umidità dell'aria da trattare sia già ad un valore inferiore al massimo previsto, si aprono completamente i mezzi valvolari a serranda 19 e 21 per bypassare il rotore de-essicante 6, e qualora il tasso di umidità dell'aria da trattare sia molto elevato, si chiudono completamente i mezzi valvolari a serranda 19 e 21 per avere il massimo effetto di deumidificazione possibile dal rotore de-essicante 6. In funzione del tasso di umidità dell'aria da trattare, rilevata da una apposita sonda di umidità, si può regolare l'apertura dei mezzi valvolari a serranda 19 e 21.

Quando nel ciclo di funzionamento estivo i mezzi valvolari a serranda 19 e 21 sono completamente chiusi, se il rotore de-essicante 6 non dovesse essere in grado di assorbire umidità, è necessario provvedere alla sua rigenerazione che avviene preferibilmente ma non necessariamente tramite il solo primo circuito frigorifero. La rigenerazione avviene come visto mediante riscaldamento ad opera del primo scambiatore di calore 8 che funziona con parte del gas caldo proveniente dal compressore 22. In particolare i mezzi valvolari modulanti 43 possono essere regolati in apertura per alimentare con il gas refrigerante il primo scambiatore di calore 8, con lo scopo di essiccare la ruota de-essicante 6 della quantità necessaria a ridurre il contenuto d'acqua nell'aria.

Nel ciclo di funzionamento invernale per portare il flusso di aria di mandata alle condizioni di temperatura e umidità desiderate è in genere sufficiente l'attivazione del solo primo circuito frigorifero: si regola in cascata con priorità sulla regolazione della velocità di rotazione del recuperatore rotativo 7 e poi sulla velocità del compressore a velocità variabile 22, e si esclude il rotore de-essicante 6 dal percorso del flusso di aria di mandata. In particolare la combinazione delle due regolazioni di velocità del compressore

22 e del recuperatore rotativo 7 permette di ridurre la velocità del compressore 22 e aumentare la velocità del recuperatore 7 nel caso in cui l'aria di ritorno permetta di raggiungere le condizioni di mandata richieste, oppure nel caso in cui sia necessario, permette di aumentare la velocità del compressore 22 per garantire la potenza condensante sufficiente e allo stesso tempo ridurre la velocità del recuperatore rotativo 7 per evitare di raffreddare l'aria trattata.

Nel ciclo di funzionamento invernale il primo scambiatore di calore 8 ed il quarto scambiatore di calore 11 fungono da condensatori, mentre il terzo scambiatore di calore 10 ed il sesto scambiatore di calore 13 fungono da evaporatori.

Nel ciclo di funzionamento invernale, quando sono previsti sia il primo sia il secondo circuito frigorifero, è possibile effettuare cicli di sbrinamento degli evaporatori mantenendo le condizioni di temperatura e umidità desiderate per l'aria di mandata. Ad esempio mentre si esegue un ciclo di sbrinamento a gas caldo del terzo scambiatore di calore 10 del primo circuito frigorifero per il mantenimento delle condizioni di temperatura e umidità desiderate viene attivato il secondo circuito frigorifero. Il vano 27 ventilante asservito dai ventilatori assiali 10a, 13a è diviso in due sotto vani 28, 29 separati in modo che i cicli di sbrinamento possano essere

eseguiti indipendentemente garantendo il funzionamento del secondo circuito frigorifero in pompa di calore.

Naturalmente sia nel ciclo di funzionamento estivo sia nel ciclo di funzionamento invernale l'unità di trattamento 1 può funzionare in modalità a pieno carico, vale a dire con uno solo dei due circuiti frigoriferi attivi, o in modalità a carico parziale, con uno solo dei due circuiti frigoriferi attivi.

In modalità di funzionamento dell'unità di trattamento 1 a pieno carico, l'aria di ritorno transita attraverso le serrande 34 e 39 e viene convogliata nel vertice delle batterie alettate 10, 13 per essere poi espulsa tramite i ventilatori assiali 10a, 13a.

In modalità di funzionamento dell'unità di trattamento 1 a carico parziale, l'aria di ritorno viene convogliata inferiormente alla batteria alettata 10 per poi essere espulsa tramite i ventilatori assiali 10a se è attivo il primo circuito frigorifero, oppure viene convogliata inferiormente alla batteria alettata 13 per poi essere espulsa tramite i ventilatori assiali 13a se è attivo il secondo circuito frigorifero.

In modalità di funzionamento sia a carico parziale sia a pieno carico, se si azionano in apertura i mezzi valvolari di by pass 16, l'unità di trattamento 1 può funzionare in un regime di ricircolo

completo dell'aria di mandata in cui il recuperatore rotativo 7 viene by – passato.

Nel ciclo di funzionamento invernale l'unità di trattamento 1 utilizza la sola aria di ritorno per l'evaporazione sulle batterie 10 e/o 13: le serrande 32 e 37 infatti sono chiuse e l'aria che attraversa le batterie 10 e/o 13 è solo quella di ritorno che transita attraverso il recuperatore 7, mentre i ventilatori assiali 10a, 13a in questo caso hanno un regime di rotazione minimo in modo da controbilanciare la perdita di carico delle batterie 10, 13 al fine di eguagliare la pressione interna dei relativi vani 28, 29 alla pressione atmosferica.

In funzionamento in modalità a carico parziale, i ventilatori assiali 10a, 13a relativi al circuito frigorifero che non lavora, sono spenti.

L'unità di trattamento 1 così concepita è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo; inoltre tutti i dettagli sono sostituibili da elementi tecnicamente equivalenti.

In pratica i materiali utilizzati, nonché le dimensioni, potranno essere qualsiasi a secondo delle esigenze e dello stato della tecnica.

## RIVENDICAZIONI

1. Unità (1) di trattamento dell'aria in ingresso in un ambiente, comprendente un circuito aeraulico concatenato con almeno un primo circuito frigorifero con ciclo di funzionamento ad espansione diretta e reversibile estivo/invernale, caratterizzata dal fatto che detto circuito aeraulico comprende almeno un rotore de-essicante (6) impregnato con un materiale disidratante ed adsorbente, ed almeno un recuperatore entalpico rotativo (7) controllato da un regolatore di velocità, e detto almeno un primo circuito frigorifero comprende almeno un compressore controllato da un regolatore di velocità.
2. Unità (1) di trattamento dell'aria in ingresso in un ambiente secondo la rivendicazione precedente, caratterizzata dal fatto che detto recuperatore entalpico (7) è configurato e disposto per agire come scambiatore di calore tra una canalizzazione di mandata dell'aria (2) nel detto ambiente ed una canalizzazione di ritorno dell'aria (3) da detto ambiente previste dal circuito aeraulico.
3. Unità (1) di trattamento dell'aria in ingresso in un ambiente secondo la rivendicazione precedente, caratterizzata dal fatto

che detto circuito aeraulico comprende almeno un ventilatore (4) di mandata previsto lungo la canalizzazione di mandata (2) per la generazione di un flusso di aria, detto ventilatore di mandata (4) essendo controllato da un regolatore di velocità.

4. Unità (1) di trattamento dell'aria in ingresso in un ambiente secondo una qualunque rivendicazione 2 e 3, caratterizzata dal fatto di prevedere un primo scambiatore di calore (8) tra detta canalizzazione di mandata (2) e almeno detto primo circuito frigorifero, un secondo scambiatore di calore (9) tra detta canalizzazione di mandata (2) e almeno detto primo circuito frigorifero, almeno un terzo scambiatore di calore (10) tra la canalizzazione di ritorno (3) e almeno detto primo circuito frigorifero, detto primo scambiatore (8) essendo attivabile in modo tale da funzionare come condensatore per detto primo circuito frigorifero per riscaldare il flusso di aria circolante nella canalizzazione di mandata (2) nel ciclo di funzionamento estivo, detto secondo scambiatore (9) essendo attivabile in modo tale da funzionare come evaporatore per detto primo circuito frigorifero per raffreddare alla temperatura desiderata il flusso di aria circolante nella canalizzazione di mandata (2) nel ciclo di funzionamento estivo, detto rotore de-essicante (6)

essendo disposto e configurato in modo da interagire nel ciclo di funzionamento estivo con il flusso di aria riscaldata dal primo scambiatore termico (8) per rigenerare detto materiale disidratante ed adsorbente, e con il flusso di aria raffreddata dal secondo scambiatore termico (9) per deumidificarla, e detto terzo scambiatore di calore (10) essendo disposto per funzionare come condensatore per detto primo circuito frigorifero nel ciclo di funzionamento estivo.

5. Unità (1) di trattamento dell'aria secondo una qualunque rivendicazione precedente, caratterizzata dal fatto che detto circuito aeraulico comprende mezzi (17) di parzializzazione della portata del flusso di aria di mandata che attraversa detto rotore de-essicante (6).
6. Unità (1) di trattamento dell'aria secondo una qualunque rivendicazione precedente, caratterizzata dal fatto che detto circuito aeraulico comprende, tra un punto della canalizzazione di mandata (2) a valle di detto recuperatore di calore rotativo (7) rispetto alla direzione del flusso dell'aria di mandata ed un punto della canalizzazione di ritorno (3) a monte di detto recuperatore di calore rotativo (7) rispetto alla direzione del flusso dell'aria di ritorno, una canalizzazione di

collegamento (13) munita di mezzi valvolari (14) di by pass del detto recuperatore di calore rotativo (7).

7. Unità (1) di trattamento dell'aria secondo una qualunque rivendicazione precedente, caratterizzata dal fatto che detto circuito aeraulico comprende una derivazione (15) della canalizzazione di mandata (2) a monte del rotore de-essicante (6), munita di mezzi valvolari (16) per il by pass del rotore de-essicante (6).
8. Unità (1) di trattamento dell'aria secondo una qualunque rivendicazione precedente, caratterizzata dal fatto di comprendere un secondo circuito frigorifero con ciclo di funzionamento ad espansione diretta e reversibile estivo/invernale separato dal primo circuito frigorifero, essendo previsto un quarto scambiatore di calore (11) tra detto secondo circuito frigorifero e detta canalizzazione di mandata (2), un quinto scambiatore di calore (12) tra detto secondo circuito frigorifero e detta canalizzazione di mandata (2), ed un sesto scambiatore di calore (13) tra detto secondo circuito frigorifero e detta canalizzazione di ritorno (3).
9. Unità (1) di trattamento dell'aria secondo la rivendicazione precedente, caratterizzata dal fatto che detti primo e quarto

scambiatore di calore (8, 11) comprendono batterie alettate reciprocamente intrecciate, e detti secondo e quinto scambiatore di calore (9, 12) comprendono batterie alettate reciprocamente intrecciate.

10. Unità (1) di trattamento dell'aria secondo una qualunque rivendicazione 9 e 10, caratterizzata dal fatto che detto secondo circuito comprende almeno un compressore a velocità fissa (23).
11. Unità (1) di trattamento dell'aria secondo una qualunque rivendicazione precedente, caratterizzata dal fatto di presentare una costruzione monoblocco che prevede un involucro al cui interno sono integrati tutti i componenti.
12. Metodo di controllo di una unità (1) di trattamento aria conforme ad una o più rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che per portare il flusso di aria di mandata alle condizioni di temperatura e umidità desiderate nel ciclo di funzionamento estivo si utilizza anche il contenuto energetico del flusso di aria di ritorno mediante attivazione di detto recuperatore di calore rotativo (7) e si utilizza almeno parzialmente la potenza condensante almeno del primo scambiatore di calore (8) per la rigenerazione di detto rotore

de-essicante (6).

13. Metodo di controllo di una unità (1) di trattamento aria conforme ad una o più rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che per portare il flusso di aria di mandata alle condizioni di temperatura e umidità desiderate nel ciclo di funzionamento invernale si correla la velocità del compressore a velocità variabile (22) e la velocità di rotazione del recuperatore di calore rotativo (7), e si esclude il rotore de-essicante dal percorso del flusso di aria di mandata.
14. Metodo di controllo di una unità di trattamento aria conforme ad una o più rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che in un ciclo di funzionamento invernale in cui il primo circuito frigorifero è attivo ed il secondo circuito frigorifero è inattivo, si attiva il secondo circuito frigorifero per il tempo necessario ad effettuare un ciclo di sbrinamento a gas caldo di detto terzo scambiatore di calore (10) del primo circuito frigorifero in modo tale da mantenere le condizioni di temperatura e umidità desiderate.

## CLAIMS

1. Incoming air treatment unit (1) for a room, comprising an aeraulic circuit linked with at least a first cooling circuit with reversible summer/winter direct expansion operating cycle, characterised in that said aeraulic circuit comprises at least one desiccant rotor (6) impregnated with a dehydrating and adsorbent material, and at least one rotary enthalpy recuperator (7) controlled by a speed regulator, and said at least one first cooling circuit comprises at least one compressor controlled by a speed regulator.
2. Incoming air treatment unit (1) for a room according to the previous claim, characterised in that said enthalpy recuperator (7) is configured and arranged so as to act as a heat exchanger between an air supply channel (2) into said room and an air return channel (3) from said room envisaged by the aeraulic circuit.
3. Incoming air treatment unit (1) for a room according to the previous claim, characterised in that said aeraulic circuit comprises at least one supply fan (4) envisaged along the supply channel (2) for the generation of a flow of air, said supply fan (4) being controlled by a speed regulator.

4. Incoming air treatment unit (1) for a room according to either of claims 2 and 3, characterised in that it envisages a first heat exchanger (8) between said supply channel (2) and at least said first cooling circuit, a second heat exchanger (9) between said supply channel (2) and at least said first cooling circuit, at least a third heat exchanger (10) between the return channel (3) and at least said first cooling circuit, said first exchanger (8) being activatable so as to operate as a condenser for said first cooling circuit and to heat the flow of air circulating in the supply channel (2) in the summer operating cycle, said second exchanger (9) being activatable so as to operate as an evaporator for said first cooling circuit to cool down to the desired temperature the flow of air circulating in the supply channel (2) in the summer operating cycle, said desiccant rotor (6) being arranged and configured so as to interact in the summer operating cycle with the flow of air heated by the first heat exchanger (8) to regenerate said dehydrating and adsorbent material, and with the flow of air cooled by the second heat exchanger (9) to dehumidify it, and said third heat exchanger (10) being arranged to operate as a condenser for said first cooling circuit in the summer operating cycle.

5. Air treatment unit (1) according to any of the previous claims, characterised in that said aeraulic circuit comprises splitting means (17) of the flow rate of the supply air flow that crosses said desiccant rotor (6).
6. Air treatment unit (1) according to any of the previous claims, characterised in that said aeraulic circuit comprises, between one point in the supply channel (2) downstream of said rotary heat recuperator (7) with respect to the direction of the supply air flow and one point on the return channel (3) upstream of said rotary heat recuperator (7) with respect to the direction of the return air flow, a connection channel (13) equipped with by-pass valve means (14) of said rotary heat recuperator (7).
7. Air treatment unit (1) according to any of the previous claims, characterised in that said aeraulic circuit comprises a derivation (15) of the supply channel (2) upstream of the desiccant rotor (6), equipped with valve means (16) for by-passing said desiccant rotor (6).
8. Air treatment unit (1) according to any of the previous claims, characterised in that it comprises a second cooling circuit with reversible summer/winter direct expansion operating cycle separate from the first cooling circuit, a fourth heat exchanger

(11) being envisaged between said second cooling circuit and said supply channel (2), a fifth heat exchanger (12) being envisaged between said second cooling circuit and said supply channel (2), and a sixth heat exchanger (13) being envisaged between said second cooling circuit and said return channel (3).

9. Air treatment unit (1) according to the previous claim, characterised in that said first and fourth heat exchangers (8, 11) comprise mutually engaged finned batteries, and said second and fifth heat exchangers (9, 12) comprise mutually engaged finned batteries.
10. Air treatment unit (1) according to either of claims 9 and 10, characterised in that said second circuit comprises at least one fixed speed compressor (23).
11. Air treatment unit (1) according to any of the previous claims, characterised in that it has a single-block construction which envisages a casing within which all the components are integrated.
12. Control method of an air treatment unit (1) according to one or more of the previous claims, characterised in that to bring the supply air flow to the desired temperature and humidity

conditions in the summer operating cycle the energy content of the return air flow is also used through the activation of said rotary heat recuperator (7) and at least part of the condensing power of at least the first heat exchanger (8) is used for the regeneration of said desiccant rotor (6).

13. Control method of an air treatment unit (1) according to one or more of the previous claims, characterised in that to bring the supply air flow to the desired temperature and humidity conditions in the winter operating cycle the speed of the variable speed compressor (22) and the rotation speed of the rotary heat recuperator (7) are correlated, and the desiccant rotor is excluded from the path of the supply air flow.
14. Control method of an air treatment unit according to one or more of the previous claims, characterised in that in a winter cooling cycle in which the first cooling circuit is active and the second cooling circuit is inactive, the second cooling circuit is activated for the necessary time to perform a hot gas defrost cycle of said third heat exchanger (10) of the first cooling circuit so as to maintain the desired temperature and humidity conditions.

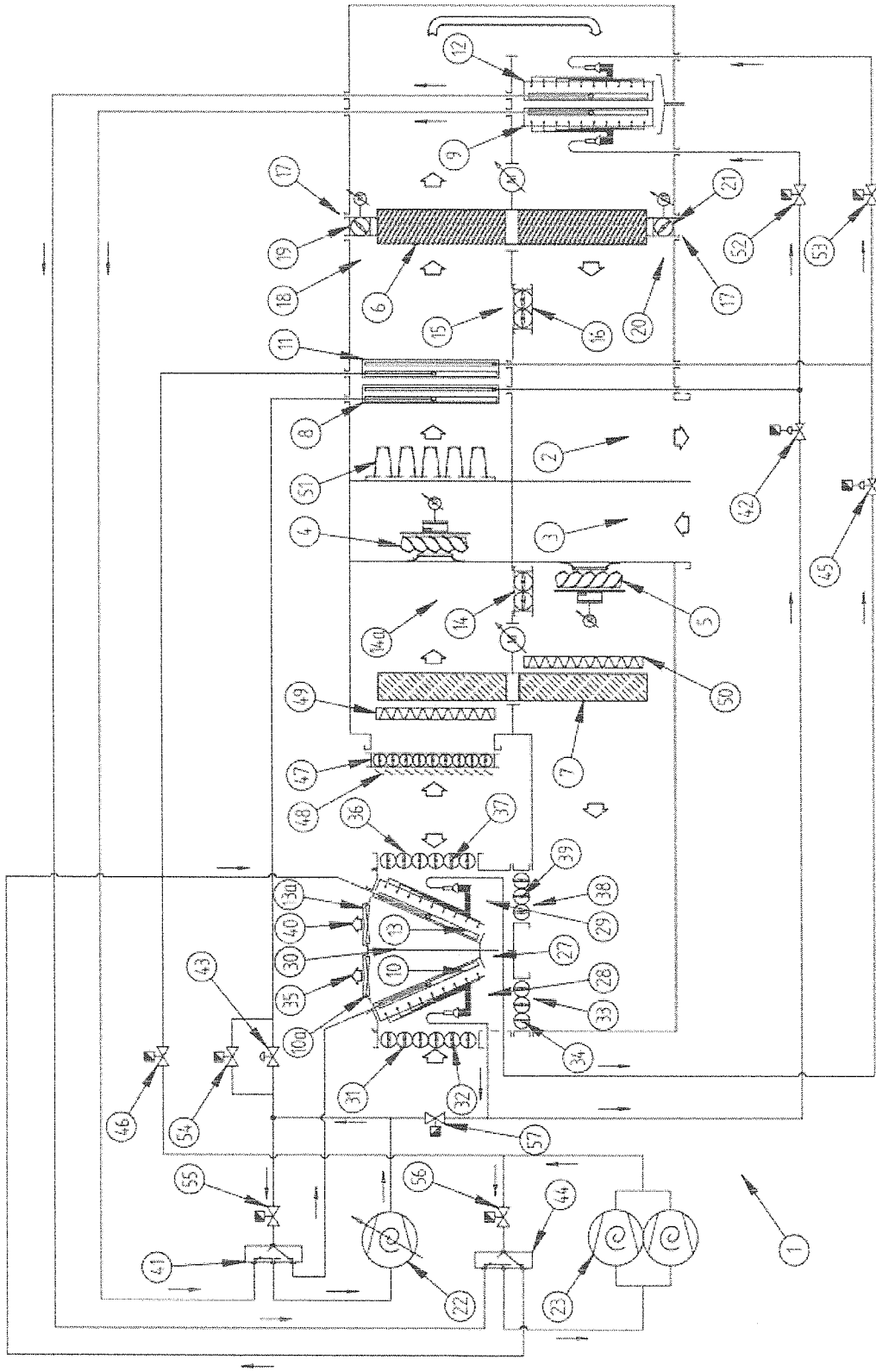


FIGURA 1

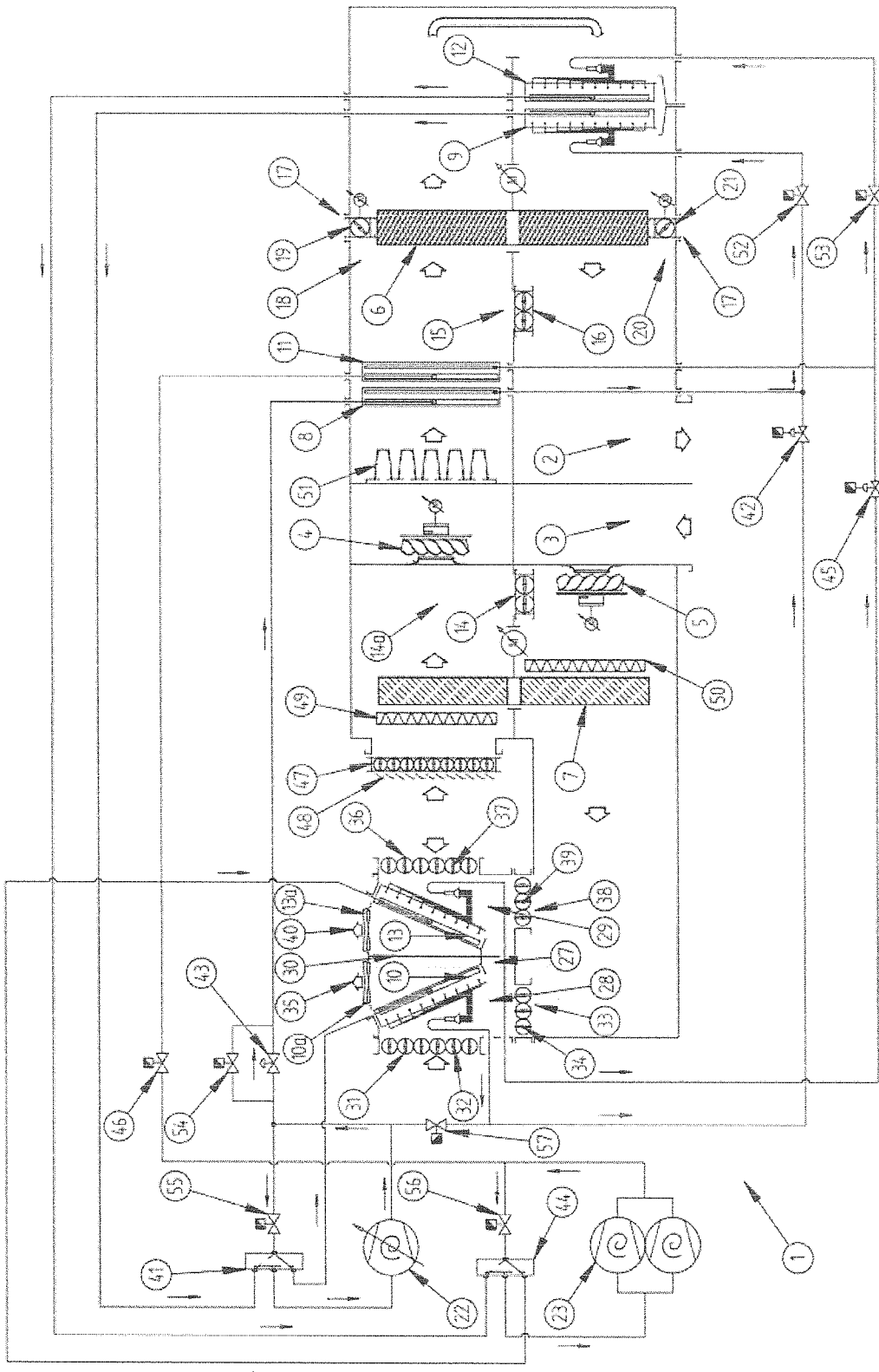


FIGURA 2

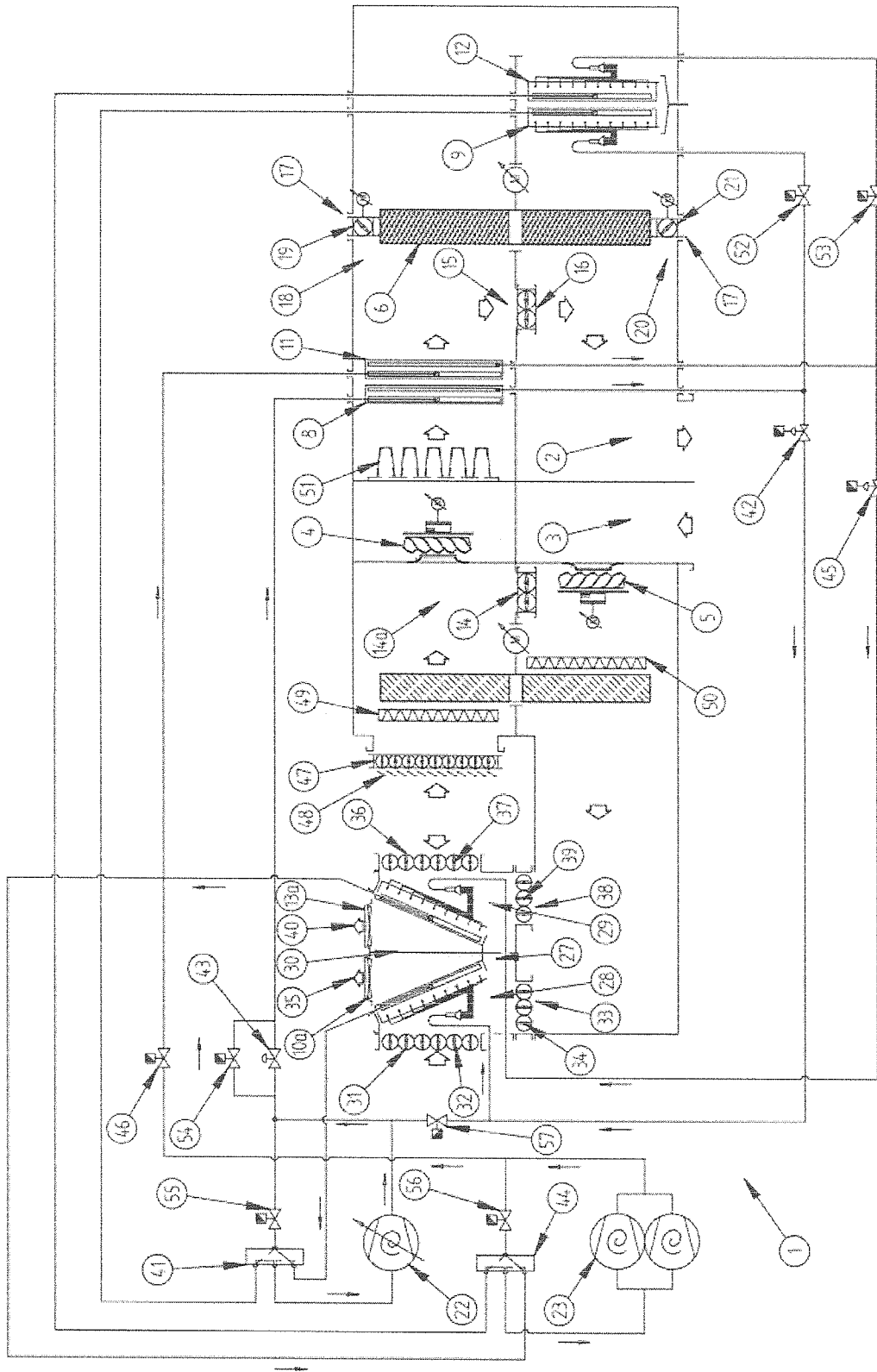


FIGURA 3

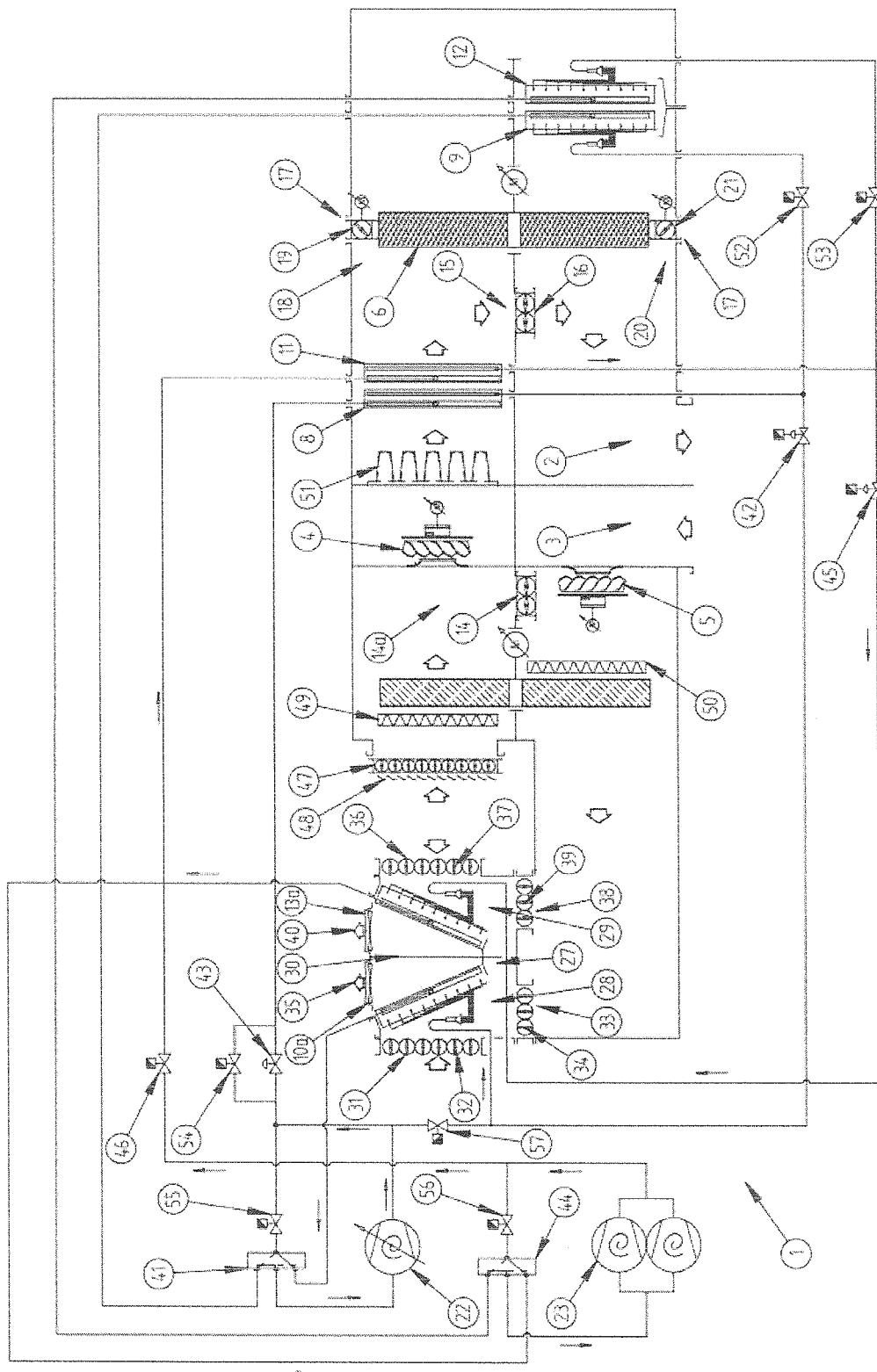


FIGURA 4

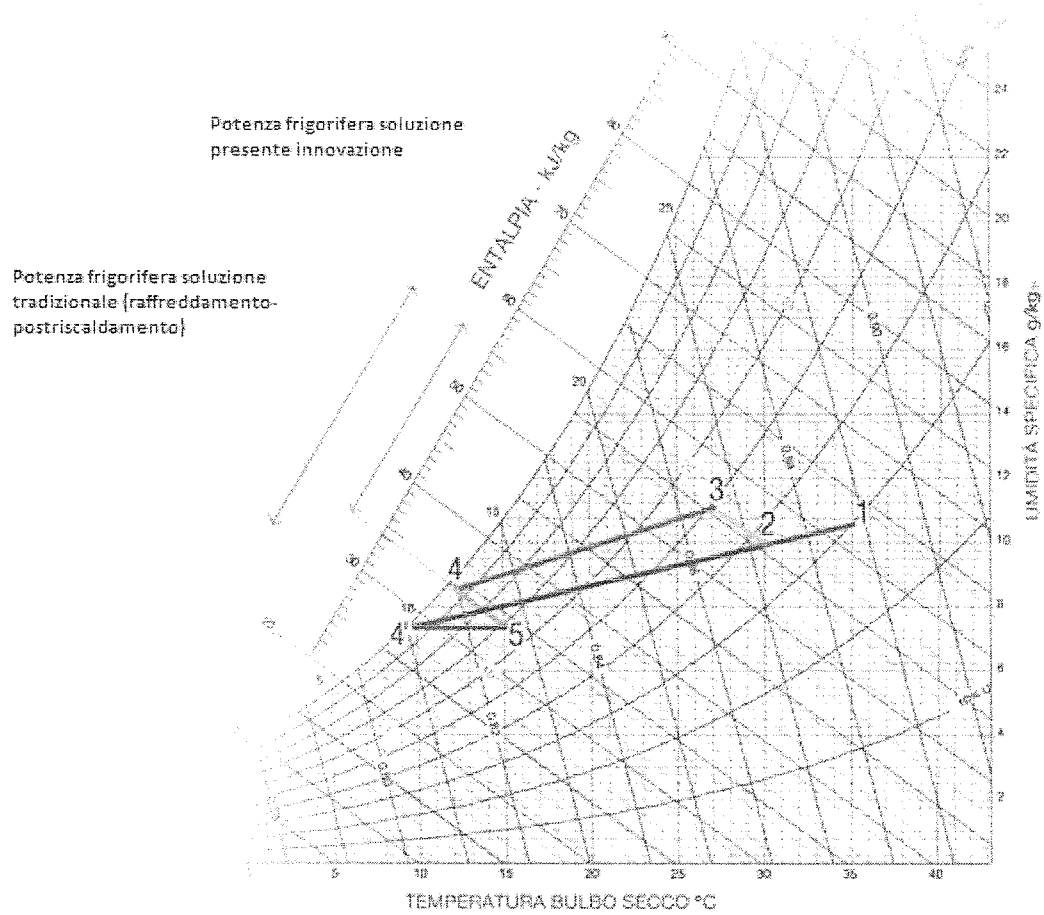


FIGURA 5