

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901953697A1

Publication Date

20121213

Applicant

CLIMAVENETA S.P.A.

Title

IMPIANTO PER LA REFRIGERAZIONE DI UN LIQUIDO E METODO DI
CONTROLLO DI TALE IMPIANTO

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

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un impianto per la refrigerazione di un liquido e ad un metodo di controllo dell'impianto.

La presente invenzione si riferisce in particolare a un impianto comunemente noto come “free-cooling” che presenta in genere una prima unità di refrigerazione ad aria presentante una prima batteria di raffreddamento ad aria inserita sul circuito di raffreddamento del liquido, una seconda unità di refrigerazione a ciclo frigorifero avente un evaporatore inserito sul circuito di raffreddamento del liquido in cascata alla prima batteria di raffreddamento ad aria, una valvola a tre vie per l'esclusione della prima batteria di raffreddamento ad aria dal circuito di raffreddamento del liquido, e ventilatori atti ad agire simultaneamente sulla prima batteria di raffreddamento ad aria e su una seconda batteria di raffreddamento ad aria affiancata alla prima batteria di raffreddamento e prevista da un condensatore della seconda unità di raffreddamento per la condensazione del fluido frigorifero operante nel ciclo frigorifero. L'impianto “free-cooling” consente, quando la temperatura

dell'aria esterna è inferiore alla temperatura del liquido da refrigerare, di favorire il raffreddamento autonomo del liquido grazie allo scambio di calore diretto con l'aria.

Il liquido da refrigerare è generalmente costituito da acqua o da soluzione di acqua e glicole anche se gli stessi concetti si possono estendere a qualsivoglia liquido.

Si possono distinguere tre differenti modalità di funzionamento in funzione della temperatura dell'aria esterna rispetto alla temperatura a cui si vuole raffreddare il liquido ed al carico frigorifero che deve essere smaltito.

Indichiamo con $T_{\text{set-point}}$ la temperatura di “set point” a cui si vuole raffreddare il liquido, con T_{aria} la temperatura dell'aria, con T_{outfc} la temperatura di uscita del liquido dalla prima batteria di raffreddamento, e con T_{outevap} la temperatura di uscita del liquido dall'evaporatore.

Nella modalità di funzionamento “free-cooling” si ha $T_{\text{aria}} < T_{\text{outfc}} = T_{\text{outevap}} = T_{\text{set-point}}$.

Quando la temperatura dell'aria è inferiore alla temperatura cui si vuole raffreddare il liquido ($T_{\text{set-point}}$), la valvola a tre vie devia la portata del liquido da raffreddare verso la prima batteria di raffreddamento in modo che venga raffreddata dallo scambio di

calore diretto con l'aria esterna. Se la temperatura dell'aria è sufficientemente bassa da raffreddare il liquido fino alla sua temperatura di "set point" il compressore del ciclo frigorifero non entra in funzione e l'impianto lavora sostanzialmente come un "dry-cooler" con il solo consumo dei ventilatori.

Nella modalità di funzionamento mista la temperatura dell'aria è inferiore alla temperatura del liquido da raffreddare ma $T_{outfc} > T_{set-point} = T_{outevap}$.

Quando la temperatura dell'aria è inferiore alla temperatura del liquido da refrigerare ma la temperatura del liquido in uscita alla prima batteria di raffreddamento non ha ancora raggiunto la temperatura di "set-point" il liquido viene ulteriormente raffreddato nell'evaporatore grazie al circuito frigorifero della seconda unità di refrigerazione.

L'efficienza di tale soluzione costruttiva in questa modalità di funzionamento è legata al fatto che sfrutta la portata d'aria elaborata dai ventilatori per un duplice effetto: raffreddare il liquido nella prima batteria di raffreddamento e far condensare il fluido frigorigeno nella seconda batteria di raffreddamento.

Nella modalità di funzionamento "chiller" si ha che la temperatura dell'aria è superiore alla temperatura del liquido da refrigerare.

Quando la temperatura aria esterna è superiore alla temperatura del liquido da refrigerare non è possibile lavorare in modalità “free-cooling”: la valvola a tre vie viene deviata verso l’evaporatore e l’impianto lavora raffreddando il liquido unicamente grazie al circuito frigorifero della seconda unità di refrigerazione.

Un impianto “free-cooling” presenta, rispetto ad un semplice “chiller” di pari ingombro, efficienza molto maggiore in modalità di funzionamento “free-cooling” e mista, mentre presenta dei limiti in modalità di funzionamento “chiller”.

Difetto principale di un tradizionale impianto “free-cooling” è legato al fatto che, quando opera in modalità di funzionamento “chiller” in quanto la temperatura dell’aria esterna è superiore alla temperatura del liquido da refrigerare, la prima batteria di raffreddamento, pur essendo inattiva, aumenta la perdite di carico lato aria diminuendo la portata utile che investe la seconda batteria di raffreddamento.

Detto in altri termini la prima batteria di raffreddamento affiancata alla seconda batteria di raffreddamento causa un innalzamento della temperatura di condensazione che va a scapito dell’efficienza della seconda unità di refrigerazione, della massima potenza frigorifera che può essere fornita e dei limiti di funzionamento

dell'impianto in termini di massima temperatura aria.

La presenza della prima batteria di raffreddamento limita il numero massimo di ranghi che possono essere dedicati alla seconda batteria di raffreddamento, sia per motivi fisici di ingombro che per non aumentare eccessivamente le perdite di carico lato aria portando i ventilatori a lavorare in un punto non efficiente della propria curva caratteristica.

Un tradizionale impianto "free-cooling" presenta pertanto generalmente, rispetto ad un "chiller" di pari ingombro, resa frigorifera ed efficienza minore.

Alternativamente è possibile aumentare la velocità di rotazione dei ventilatori per bilanciare le maggiori perdite di carico della prima batteria di raffreddamento e poter smaltire una maggior potenza condensante; questo causa però l'aumento della rumorosità e dell'assorbimento dei ventilatori.

Compito tecnico che si propone la presente invenzione è, pertanto, quello di realizzare un impianto di refrigerazione tipo "free-cooling" 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 un impianto di refrigerazione tipo "free-

cooling” che presenti una migliorata efficienza e resa frigorifera quando lavora in modalità “chiller”.

Il compito tecnico, nonché questi ed altri scopi, secondo la presente invenzione vengono raggiunti realizzando un impianto per la refrigerazione di un liquido atto a circolare tra almeno un ingresso ed almeno una uscita di un circuito primario di raffreddamento del liquido, comprendente almeno una prima unità di refrigerazione ad aria presentante almeno una prima batteria di raffreddamento ad aria inserita sul circuito primario di raffreddamento del liquido, almeno una seconda unità di refrigerazione a ciclo frigorifero avente almeno un evaporatore inserito nel circuito primario di raffreddamento del liquido in cascata alla prima batteria di raffreddamento ad aria, mezzi di esclusione della prima batteria di raffreddamento ad aria dal circuito primario di raffreddamento del liquido, mezzi di ventilazione forzata di aria atti ad agire su almeno la prima batteria di raffreddamento ad aria e su almeno una seconda batteria di raffreddamento ad aria prevista da almeno un condensatore della seconda unità di raffreddamento per la condensazione del fluido frigorifero operante nel ciclo frigorifero, caratterizzato dal fatto di prevedere un circuito secondario del liquido su cui sono inseriti almeno la prima batteria di

raffreddamento ad aria ed almeno uno scambiatore secondario per il sottoraffreddamento del fluido frigorigeno in uscita dalla seconda batteria di raffreddamento ad aria.

La presente invenzione rivela anche un metodo per il controllo di un tale impianto, caratterizzato dal fatto che la prima batteria di raffreddamento, quando viene esclusa dal circuito primario, viene inclusa in un circuito secondario del liquido su cui è inserito anche almeno uno scambiatore secondario per il sottoraffreddamento del fluido frigorigeno in uscita dalla seconda batteria di raffreddamento ad aria, e viene attivata la circolazione del liquido nel circuito secondario.

Preferibilmente nello detto scambiatore secondario detto liquido e detto fluido frigorigeno circolano in controcorrente.

Nel circuito secondario viene stabilita una portata di liquido inferiore a quella presente nel circuito primario.

Preferibilmente viene diminuito il numero di collettori di alimentazione della prima batteria di raffreddamento quando è inclusa nel circuito secondario, in modo tale da aumentare il numero di passaggi del liquido attraverso la prima batteria di raffreddamento.

L'impianto sfrutta la presenza della prima batteria di

raffreddamento, quando le condizioni al contorno non consentono di lavorare in modalità “free-cooling” o mista, includendola nel circuito secondario che permette di sottoraffreddare il fluido frigorigeno in uscita alla seconda batteria di raffreddamento.

Quando l'impianto lavora in modalità “chiller” i mezzi di esclusione allora escludono la prima batteria di raffreddamento dal primo circuito e deviano il fluido da refrigerare direttamente verso l'evaporatore, mentre viene attivata la circolazione del liquido nel secondo circuito.

L'impianto in sostanza sfrutta la presenza della prima batteria di raffreddamento, che sarebbe altrimenti dormiente in tale modalità operativa, al fine di scambiare ulteriore calore con l'aria esterna.

Altre caratteristiche della presente invenzione sono definite, nelle altre rivendicazioni.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno maggiormente evidenti dalla descrizione di forme di esecuzione preferite ma non esclusive dell'impianto di refrigerazione secondo il trovato, illustrata a titolo indicativo e non limitativo nei disegni allegati, in cui:

la figura 1 mostra lo schema idraulico dell'impianto conforme ad un primo modo di realizzazione preferito dell'invenzione in cui la

prima batteria di raffreddamento comprende un solo collettore di alimentazione del liquido (le frecce nel circuito primario di raffreddamento indicano il percorso del liquido nella modalità di funzionamento “free cooler” e mista);

la figura 2 mostra lo schema idraulico dell’impianto conforme ad un secondo modo di realizzazione preferito dell’invenzione in cui la prima batteria di raffreddamento comprende un numero di collettori di alimentazione modificabile in funzione del regime di funzionamento (le frecce nel circuito primario di raffreddamento indicano il percorso del liquido nelle modalità di funzionamento “free cooler” e mista);

la figura 3 mostra la prima batteria di raffreddamento di figura 2 nelle modalità di funzionamento “free cooling” e mista dell’impianto (le frecce indicano il percorso del liquido);

la figura 4 mostra la prima batteria di raffreddamento di figura 2 nella modalità di funzionamento “chiller” dell’impianto (le frecce indicano il percorso del liquido);

le figure 5 e 6 e rispettivamente la figura 7 mostrano una prima e rispettivamente una seconda variante dello scambiatore secondario che nella fattispecie è integrato nella prima batteria di raffreddamento di un impianto conforme ad un terzo modo di

realizzazione preferito dell'invenzione (le frecce indicano il percorso del liquido e del fluido frigorifero).

Parti equivalenti delle varie realizzazioni preferite verranno indicate con il medesimo riferimento numerico.

Con riferimento alle figure, l'impianto di tipo "free-cooling" per la refrigerazione di un liquido atto a circolare tra almeno uno, ed in particolare un solo ingresso 1 ed almeno una, ed in particolare solo una uscita 2 di un circuito primario 3 di raffreddamento del liquido, comprende almeno una ed in particolare solo una prima unità di refrigerazione ad aria 4 ed almeno una ed in particolare solo una seconda unità di refrigerazione 5 a ciclo frigorifero presentante un circuito 16 del fluido frigorifero.

La prima unità di refrigerazione 4 presenta almeno una ed in particolare solo una prima batteria 6 di raffreddamento ad aria inserita sul circuito primario 3 di raffreddamento del liquido.

La seconda unità di refrigerazione 5 a ciclo frigorifero presenta almeno uno ed in particolare solo un evaporatore 7 inserito nel circuito primario 3 di raffreddamento del liquido in cascata alla prima batteria 6 di raffreddamento ad aria.

L'impianto prevede mezzi di esclusione della prima batteria 6 di raffreddamento ad aria dal circuito primario 3 di raffreddamento

del liquido.

Tali mezzi di esclusione preferibilmente comprendono una valvola 8 a tre vie 8a, 8b, 8c inserita sul circuito primario 3, o un dispositivo analogo ad esempio due valvole a due vie che svolgono la stessa funzione.

La via 8a è collegata all'alimentazione dell'evaporatore 7, la via 8b è collegata ad ogni collettore che funge da alimentazione 11 della prima batteria 6 di raffreddamento ad aria nella modalità di funzionamento "free cooler" e mista, e la via 8c è collegata ad ogni collettore che funge da uscita 12 della prima batteria 6 di raffreddamento ad aria nella modalità di funzionamento "free cooler" e mista.

L'impianto comprende inoltre mezzi di ventilazione forzata di aria, in particolare ventilatori 9, atti ad agire sia sulla prima batteria 6 di raffreddamento ad aria sia su almeno una ed in particolare una sola seconda batteria 10 di raffreddamento ad aria affiancata alla prima batteria 6 di raffreddamento ad aria e prevista da almeno uno ed in particolare solo un condensatore della seconda unità di raffreddamento 5 per la condensazione del fluido frigorigeno operante nel ciclo frigorifero.

L'aspetto saliente dell'invenzione consiste nel fatto che viene

previsto un circuito secondario 13 del liquido su cui sono inseriti la prima batteria di raffreddamento 6 ad aria, almeno uno ed in particolare un solo scambiatore secondario 14 per il sottoraffreddamento del fluido frigorigeno in uscita dalla seconda batteria 10 di raffreddamento ad aria.

In alcune applicazioni, come evidente dalle figure allegate, sul circuito secondario 13 del liquido sono anche previsti mezzi di circolazione forzata del liquido nel circuito secondario 13, in particolare una pompa di circolazione 15.

Nell'impianto conforme al primo modo di realizzazione preferito la prima batteria di raffreddamento prevede un unico collettore di alimentazione 11 ed un unico collettore di uscita 12.

Può anche essere vantaggioso munire la prima batteria di raffreddamento 6 ad aria di due o più collettori di alimentazione 11. In tal caso è possibile prevedere nel circuito secondario 13 mezzi valvolari per la modifica del numero di collettori di alimentazione 11 della prima batteria di raffreddamento 6 ad aria quando viene esclusa dal circuito primario 3.

Nell'impianto conforme al secondo modo di realizzazione preferito la prima batteria di raffreddamento 6 ad aria presenta due collettori che fungono da alimentazione 11 del liquido ed un collettore che

funge da uscita 12 del liquido nelle modalità di funzionamento “free cooler” e mista.

I mezzi valvolari comprendono in questo caso specifico una valvola 17 a tre vie 17a, 17b, 17c, ed una valvola di intercettazione 18 applicata sul collettore che funge da uscita 12 nelle modalità di funzionamento “free cooler” e mista.

Nell’impianto conforme al terzo modo di realizzazione preferito lo scambiatore secondario 14 è integrato con la prima batteria di raffreddamento 6 ad aria.

In tal caso lo scambiatore secondario 14 può presentare dei tubi 19 per il fluido frigorigeno annegati in tubi 20 per il liquido previsti dalla prima batteria di raffreddamento 6 ad aria (figure 5 e 6).

In questo specifico caso si prevede anche almeno una valvola a tre vie (non mostrata) inserita sul circuito 16 del fluido frigorigeno per deviare il fluido frigorigeno in uscita dalla seconda batteria di raffreddamento 10 ad aria verso i tubi 19 per il fluido frigorigeno quando la prima batteria di raffreddamento 6 ad aria viene esclusa dal primo circuito 3.

In alternativa i tubi stessi uscenti dalla batteria condensante 10 possono attraversare o sfruttare la superficie alettata della batteria free-cooling 6 e fungere così da scambiatore secondario senza

necessariamente prevedere un circolatore addizionale. Alcuni tubi dei ranghi della batteria free-cooling 6 possono quindi essere dedicati al refrigerante liquido in uscita dalla batteria condensante 10, come illustrato in figura 7.

La progettazione dell'impianto è fatta con accorgimenti tali che non ci possa essere una interferenza tra il primo ed il secondo circuito 3 e 13 nella modalità di funzionamento "chiller" anche senza che sia necessario prevedere apposite valvole di separazione. Eventualmente, come mostrato, è possibile prevedere delle valvole unidirezionali 23 per evitare l'interferenza tra il liquido circolante nel circuito primario 3 ed il liquido circolante nel circuito secondario 13 nella modalità di funzionamento "chiller".

L'impianto conforme al primo e secondo modo di realizzazione preferito opera nel seguente modo.

In modalità di funzionamento "free-cooling" e mista l'impianto funziona in modo tradizionale, come descritto precedentemente. La valvola 8 è in uno stato presentante la via 8b chiusa e le vie 8a e 8c aperte.

In modalità di funzionamento "chiller" la valvola 8 cambia stato per deviare il liquido verso l'evaporatore 7 (vie 8a e 8b aperte, via 8c chiusa), e viene azionata la pompa di circolazione 15 che fa

circolare il liquido presente nella prima batteria di raffreddamento 6 ad aria all'interno dello scambiatore secondario 14.

Il liquido, circolando preferibilmente in controcorrente con il fluido frigorifero in uscita dalla seconda batteria di raffreddamento 10 sottoraffredda il fluido frigorifero e rigetta questo calore all'aria nella prima batteria di raffreddamento 6.

Si vengono in sostanza a creare dei ranghi addizionali alla seconda batteria di raffreddamento 10 che sfruttano maggiormente l'aria elaborata dai ventilatori 9 già in funzione per smaltire la potenza condensante della seconda unità frigorifera 5.

La portata di liquido elaborata dalla pompa di circolazione 15 del circuito secondario 13 è molto inferiore rispetto a quella elaborata nel circuito primario 3 dell'impianto essendo la potenza da smaltire molto minore.

Per mantenere basse le spese di pompaggio del circuito secondario 13 e garantire contemporaneamente che la velocità del liquido sia sufficientemente elevata da permettere buoni coefficienti di scambio nella prima batteria di raffreddamento 6, è preferibile l'utilizzo di un impianto conforme al secondo modo di realizzazione preferito.

Tramite tale soluzione circuitale si diminuisce il numero di

collettori di alimentazione della prima batteria di raffreddamento 6 quando è inclusa nel circuito secondario 13, in modo tale da aumentare il numero di passaggi del liquido attraverso la prima batteria di raffreddamento 6. In questo modo si frutta in maniera ottimale sia la superficie di scambio lato aria – invariata – che i coefficienti di scambio lato acqua.

In pratica quando l'impianto lavora in modalità “free-cooling” o mista la valvola 17 presenta le vie 17a e 17b aperte e la via 17c chiusa, mentre la valvola di intercettazione 18 è aperta.

Questo stato delle valvole 17 e 18 attribuisce a due collettori la funzione di collettori di alimentazione 11 e ad un collettore la funzione di collettore di uscita 12.

Invece quando l'impianto lavora in modalità “chiller” la valvola 17 presenta le vie 17b e 17c aperte e la via 17a chiusa, mentre la valvola di intercettazione 18 è chiusa.

Questo stato delle valvole 17 e 18 chiude il collettore che nello stato precedente fungeva da collettore di uscita e attribuisce la funzione di collettore di uscita 12 ad uno dei collettori che nello stato precedente fungeva da collettore di alimentazione.

L'impianto conforme al terzo modo di realizzazione preferito opera nel seguente modo.

Analogamente al caso precedente quando l'impianto lavora in modalità "chiller" la valvola a tre vie (non mostrata) sul circuito frigorifero 16 devia il fluido frigorifero in uscita dalla seconda batteria di raffreddamento 10 all'interno dei tubi 19.

Viene azionata la pompa di circolazione 15, se prevista, che fa aumentare lo scambio di calore tra il fluido frigorifero, il liquido e l'aria ambiente. Come detto nella modalità realizzativa di figura 7 la pompa di circolazione 15 non è prevista.

Quando l'impianto lavora in modalità "free-cooling" o mista invece la valvola a tre vie (non mostrata) assume unno stato in cui il fluido frigorifero in uscita dalla seconda batteria di raffreddamento 10 non può alimentare i tubi 19, e la pompa di circolazione 15 viene spenta.

L'impianto di refrigerazione conforme all'invenzione presenta vari vantaggi derivanti dall'aumento del sottoraffreddamento del fluido frigorifero condensato.

Aumenta la resa frigorifera della seconda unità di refrigerazione 5 grazie al maggior salto entalpico che viene elaborato dall'evaporatore 7.

Aumenta di conseguenza l'efficienza puntuale e stagionale dell'impianto intesa come rapporto tra potenza frigorifera e potenza

assorbita.

Migliora l'efficienza dell'evaporatore 7, cosa che si traduce in una temperatura d'evaporazione maggiore a parità di potenza scambiata, grazie al minor titolo con cui viene alimentato.

Diminuisce, a parità di resa frigorifera, il rumore legato alla ventilazione perché viene maggiormente sfruttata la superficie di scambio con l'aria.

L'impianto di refrigerazione ed il suo metodo di controllo così concepiti sono suscettibili 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. Impianto per la refrigerazione di un liquido atto a circolare tra almeno un ingresso (1) ed almeno una uscita (2) di un circuito primario (3) di raffreddamento del liquido, comprendente almeno una prima unità di refrigerazione (4) ad aria presentante almeno una prima batteria di raffreddamento (6) ad aria inserita sul circuito primario (3) di raffreddamento del liquido, almeno una seconda unità di refrigerazione (5) a ciclo frigorifero avente almeno un evaporatore (7) inserito nel circuito primario (3) di raffreddamento del liquido in cascata alla prima batteria di raffreddamento (6) ad aria, mezzi di esclusione della prima batteria di raffreddamento (6) ad aria dal circuito primario (3) di raffreddamento del liquido, mezzi di ventilazione forzata di aria atti ad agire su almeno la prima batteria di raffreddamento (6) ad aria e su almeno una seconda batteria di raffreddamento (10) ad aria prevista da almeno un condensatore della seconda unità di raffreddamento (5) per la condensazione del fluido frigorigeno operante nel ciclo frigorifero, caratterizzato dal fatto di prevedere un circuito secondario (13) del liquido su cui sono inseriti almeno la prima batteria di raffreddamento (6) ad aria, ed almeno uno

scambiatore secondario (14) per il sottoraffreddamento del fluido frigorigeno in uscita dalla seconda batteria di raffreddamento ad aria.

2. Impianto per la refrigerazione di un liquido secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che su detto circuito secondario (13) del liquido sono inseriti mezzi di circolazione forzata del liquido.
3. Impianto per la refrigerazione di un liquido secondo una qualunque rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che in detto scambiatore secondario (14) il liquido ed il fluido frigorigeno condensato in uscita dalla seconda batteria di raffreddamento (10) ad aria circolano in controcorrente.
4. Impianto per la refrigerazione di un liquido secondo qualunque rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che la prima e la seconda batteria di raffreddamento (6, 10) ad aria sono affiancate.
5. Impianto per la refrigerazione di un liquido secondo qualunque rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di esclusione della prima batteria di raffreddamento ad aria comprendono una valvola (8) a tre vie o due valvole a due vie.

6. Impianto per la refrigerazione di un liquido secondo qualunque rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detta prima batteria di raffreddamento (6) ad aria, quando viene inclusa nel circuito primario (3), presenta almeno due collettori (11) di alimentazione del liquido.
7. Impianto per la refrigerazione di un liquido secondo una qualunque rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che nel circuito secondario sono presenti mezzi valvolari per la diminuzione del numero di collettori (11) di alimentazione della prima batteria di raffreddamento (6) ad aria quando viene esclusa dal circuito primario (3).
8. Impianto per la refrigerazione di un liquido secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detti mezzi valvolari comprendono almeno una valvola (17) a tre vie ed una valvola di intercettazione (18).
9. Impianto per la refrigerazione di un liquido secondo qualunque rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detto scambiatore secondario (14) è integrato con detta prima batteria di raffreddamento (6) ad aria.
10. Impianto per la refrigerazione di un liquido secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detto

scambiatore secondario (14) presenta dei tubi (19) per il fluido frigorifero annegati in tubi (20) per il liquido previsti da detta prima batteria di raffreddamento (6) ad aria.

11. Impianto per la refrigerazione di un liquido secondo qualunque rivendicazione 9 e 10, caratterizzato dal fatto di comprendere almeno una valvola a tre vie inserita sul circuito del fluido frigorifero per deviare il fluido frigorifero in uscita dalla seconda batteria di raffreddamento (10) ad aria verso detti tubi (19) per il fluido frigorifero quando la prima batteria di raffreddamento (6) ad aria viene esclusa dal circuito primario (3).
12. Metodo di controllo di un impianto di refrigerazione di un liquido circolante tra almeno un ingresso (1) ed almeno una uscita (2) di un circuito primario (3) di raffreddamento del liquido, detto impianto comprendendo almeno una prima unità di refrigerazione (4) ad aria presentante almeno una prima batteria di raffreddamento (6) ad aria inserita sul circuito primario (3) di raffreddamento del liquido, almeno una seconda unità di refrigerazione (5) a ciclo frigorifero avente almeno un evaporatore (7) inserito nel circuito primario (3) di raffreddamento del liquido in cascata alla prima batteria di

raffreddamento (6) ad aria, mezzi di esclusione della prima batteria di raffreddamento (6) ad aria dal circuito primario (3) di raffreddamento del liquido, mezzi di ventilazione forzata di aria atti ad agire su almeno la prima batteria di raffreddamento (6) ad aria e su almeno una seconda batteria di raffreddamento (10) ad aria prevista da almeno un condensatore della seconda unità di raffreddamento (5) per la condensazione del fluido frigorigeno operante nel ciclo frigorifero, caratterizzato dal fatto che la prima batteria di raffreddamento (6), quando viene esclusa dal circuito primario (3), viene inclusa in un circuito secondario (13) del liquido su cui è inserito anche almeno uno scambiatore secondario (14) per il sottoraffreddamento del fluido frigorigeno in uscita dalla seconda batteria di raffreddamento (10) ad aria, e viene attivata la circolazione del liquido nel circuito secondario (13).

13. Metodo di controllo di un impianto di refrigerazione di un liquido secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che in detto scambiatore secondario (14) detto liquido e detto fluido frigorigeno circolano in controcorrente.
14. Metodo di controllo di un impianto di refrigerazione di un liquido secondo una qualunque rivendicazione 12 e 13,

caratterizzato dal fatto di stabilire nel circuito secondario (13) una portata di liquido inferiore a quella presente nel circuito primario (3).

15. Metodo di controllo di un impianto di refrigerazione di un liquido secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto di diminuire il numero di collettori di alimentazione (11) della prima batteria di raffreddamento (6) quando è inclusa nel circuito secondario (13) , in modo tale da aumentare il numero di passaggi del liquido attraverso la prima batteria di raffreddamento (6).

CLAIMS

1. A system for the refrigeration of a liquid suitable for circulating between at least one inlet (1) and at least one outlet (2) of a primary liquid cooling circuit (3), comprising at least a first air-cooled refrigeration unit (4) having at least a first air-cooled cooling coil (6) connected to the primary liquid cooling circuit (3), at least a second refrigeration unit (5) with a cooling cycle having at least one evaporator (7) connected to the primary liquid cooling circuit (3) in cascade with the first air-cooled cooling coil (6), means for shutting off the first air-cooled cooling coil (6) from the primary liquid cooling circuit (3), forced air ventilation means suitable for acting on at least the first air-cooled cooling coil (6) and on at least a second air-cooled cooling coil (10) provided for at least one condenser of the second refrigeration unit (5) for condensing the refrigerant fluid operating in the cooling cycle, characterized in that it includes a secondary liquid circuit (13) to which at least the first air-cooled cooling coil (6) and at least one secondary exchanger (14) for subcooling the refrigerant fluid leaving the second air-cooled cooling coil are connected.
2. The liquid refrigeration system according to the preceding

claim, characterized in that means for forced circulation of the liquid are connected to said secondary liquid circuit (13).

3. The liquid refrigeration system according to any of the preceding claims, characterized in that in said secondary exchanger (14) the liquid and condensed refrigerant fluid leaving the second air-cooled cooling coil (10) circulate in countercurrent.
4. The liquid refrigeration system according to any of the preceding claims, characterized in that the first and second air-cooled cooling coils (6, 10) are side by side.
5. The liquid refrigeration system according to any of the preceding claims, characterized in that said means for shutting off the first air-cooled cooling coil comprise a three-way valve (8) or two two-way valves.
6. The liquid refrigeration system according to any of the preceding claims, characterized in that said first air-cooled cooling coil (6), when it is connected to the primary circuit (3), has at least two liquid feed manifolds (11).
7. The liquid refrigeration system according to any of the preceding claims, characterized in that in the secondary circuit there are present valve means for decreasing the number of

liquid feed manifolds (11) for the first air-cooled cooling coil (6) when it is shut off from the primary circuit (3).

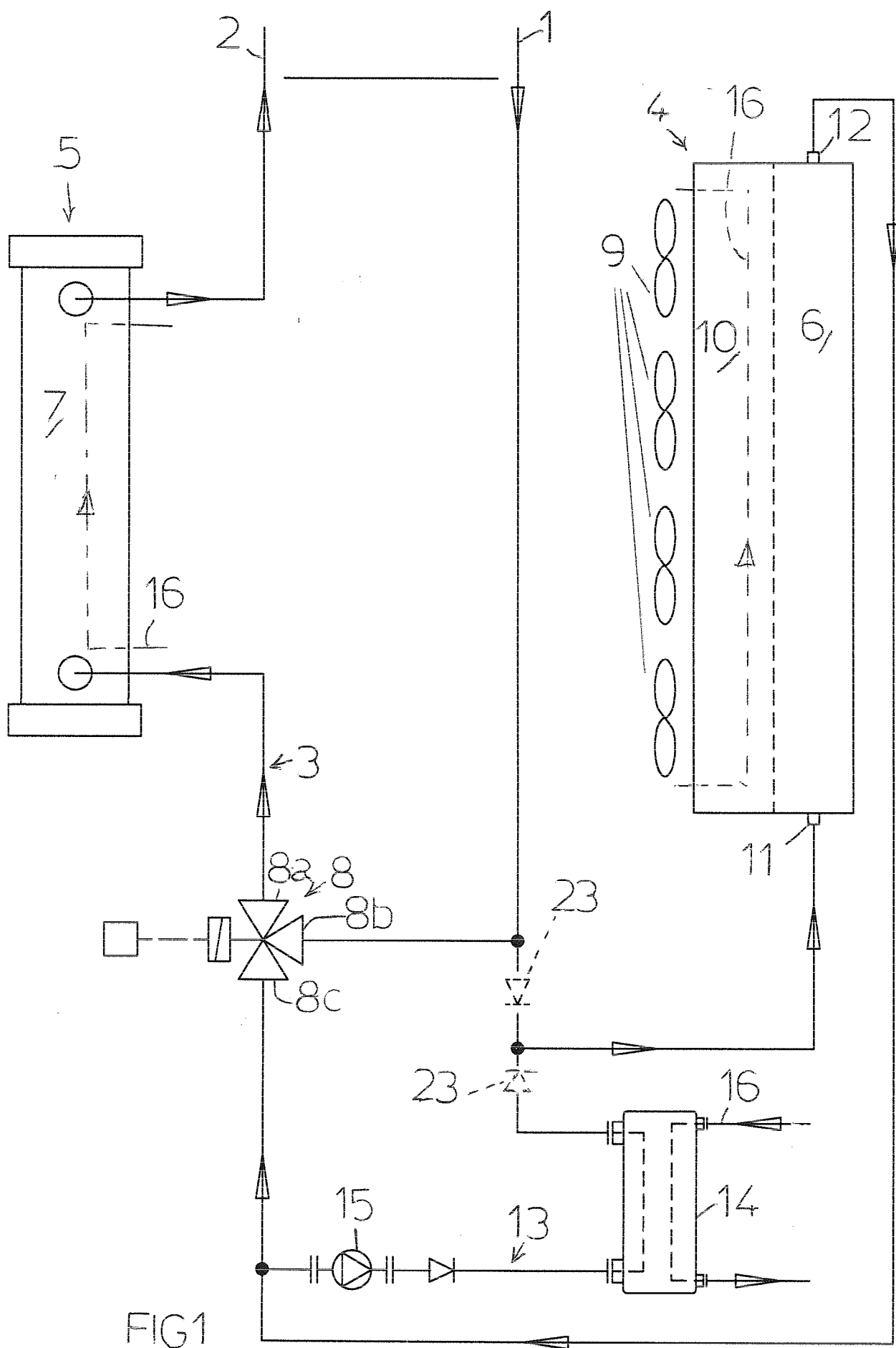
8. The liquid refrigeration system according to the preceding claim, characterized in that said valve means comprise at least one three-way valve (17) and one shut-off valve (18).
9. The liquid refrigeration system according to any of the preceding claims, characterized in that said secondary exchanger (14) is integrated with said first air-cooled cooling coil (6).
10. The liquid refrigeration system according to the preceding claim, characterized in that said secondary exchanger (14) has pipes (19) for the refrigerant fluid embedded in pipes (20) for liquid provided for said first cooling coil (6) ad aria.
11. The liquid refrigeration system according to either of claims 9 and 10, characterized in that it comprises at least one three-way valve connected to the refrigerant fluid circuit for diverting the refrigerant fluid leaving the second air-cooled cooling coil (10) toward said refrigerant fluid pipes (19) when the first air-cooled cooling coil (6) is shut off from the primary circuit (3).
12. A method for controlling a refrigeration system for liquid

circulating between at least one inlet (1) and at least one outlet (2) of a primary liquid cooling circuit (3), said system comprising at least a first air refrigeration unit (4) having at least a first air-cooled cooling coil (6) connected to the primary liquid cooling circuit (3), at least a second cooling-cycle refrigeration unit (5) having at least one evaporator (7) connected to the primary liquid cooling circuit (3) in cascade with the first air-cooled cooling coil (6), means for shutting off the first air-cooled cooling coil (6) from the primary liquid cooling circuit (3), forced air ventilation means suitable for acting on at least the first air-cooled cooling coil (6) and on at least a second air-cooled cooling coil (10) provided for at least one condenser of the second refrigeration unit (5) for condensing the refrigerant fluid operating in the cooling cycle, characterized in that the first cooling coil (6), when it is shut off from the primary circuit (3), is connected to a secondary circuit to which there is also connected at least one secondary exchanger (14) for subcooling the refrigerant fluid leaving the second air-cooled cooling coil (10), and the circulation of liquid in the secondary circuit (13) is activated.

13. The method for controlling a liquid refrigeration system

according to the preceding claim, characterized in that in said secondary exchanger (14), said liquid and said refrigerant fluid circulate in countercurrent.

14. The method for controlling a liquid refrigeration system according to either of the preceding claims 12 and 13, characterized in that it establishes a lower liquid flow rate in the secondary circuit (13) than in the primary circuit (3).
15. The method for controlling a liquid refrigeration system according to the preceding claim, characterized in that it decreases the number of feed manifolds (11) of the first cooling coil (6) when it is connected to the secondary circuit (13), in such a way as to increase the number of passages of liquid through the first cooling coil (6).



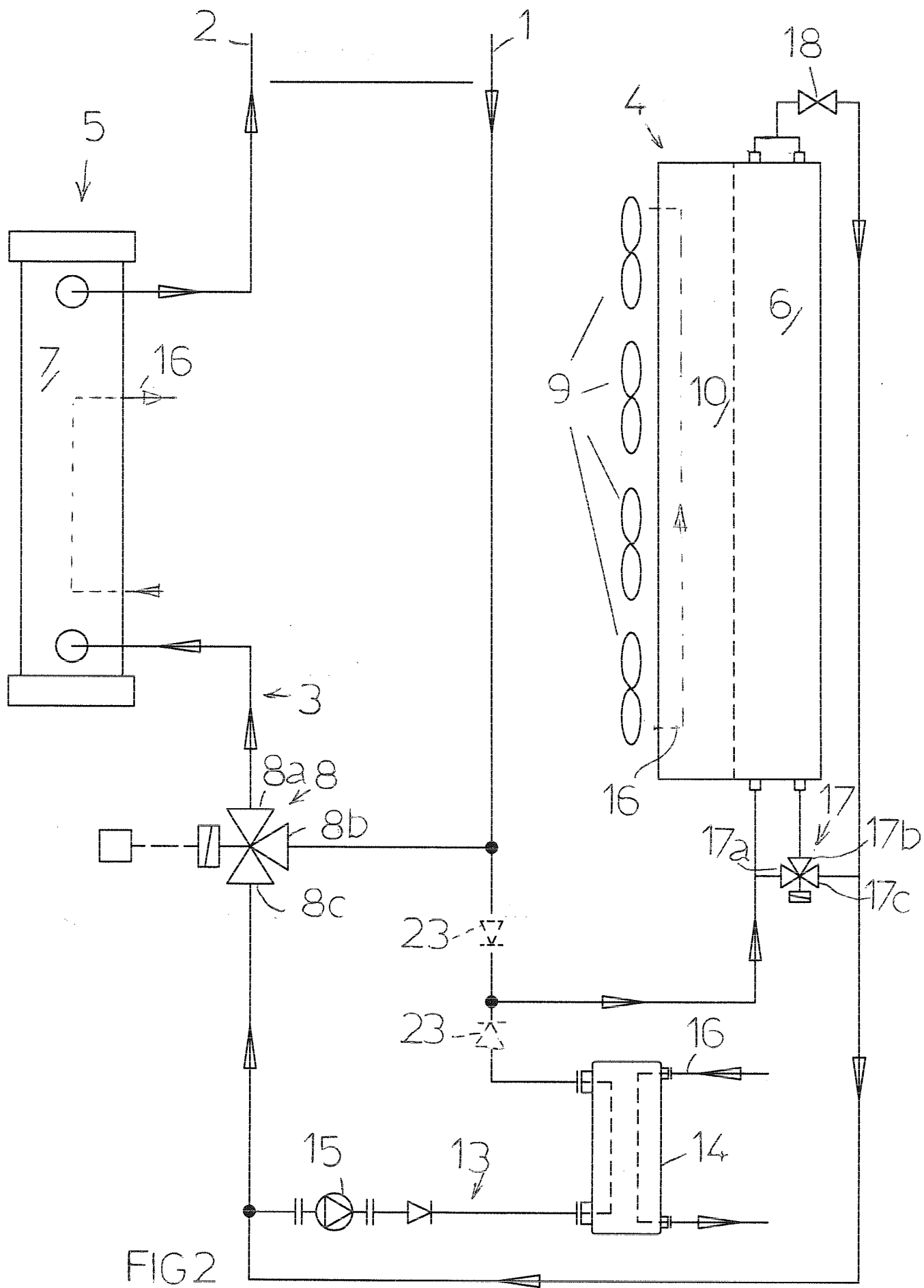


FIG 2

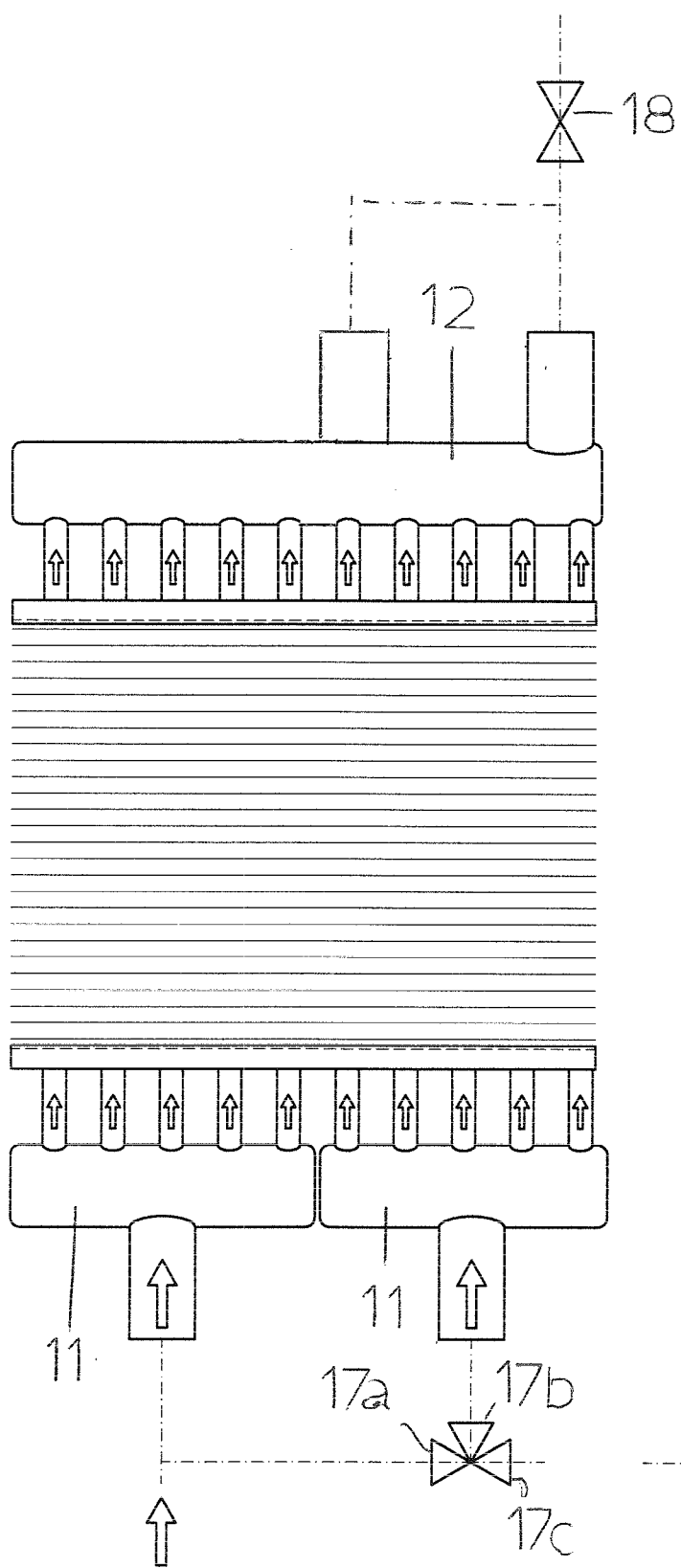


FIG 3

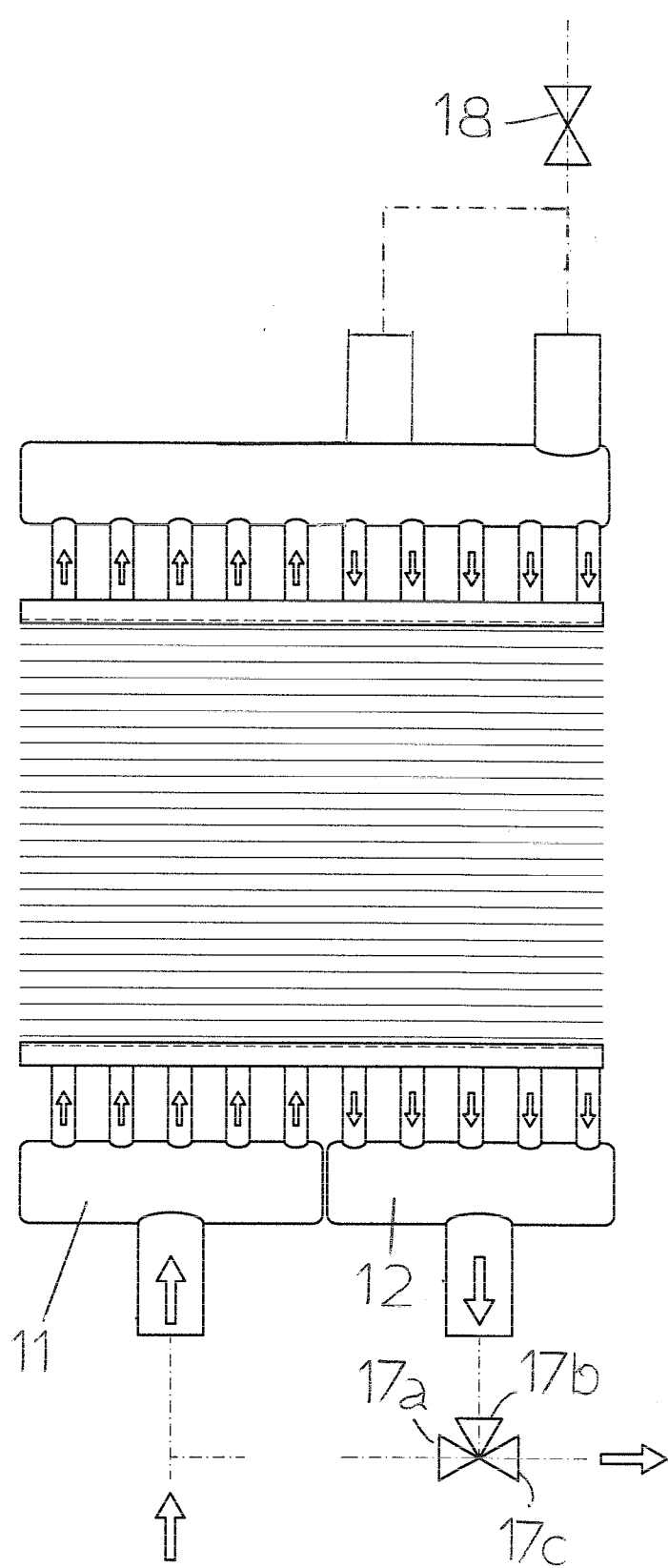
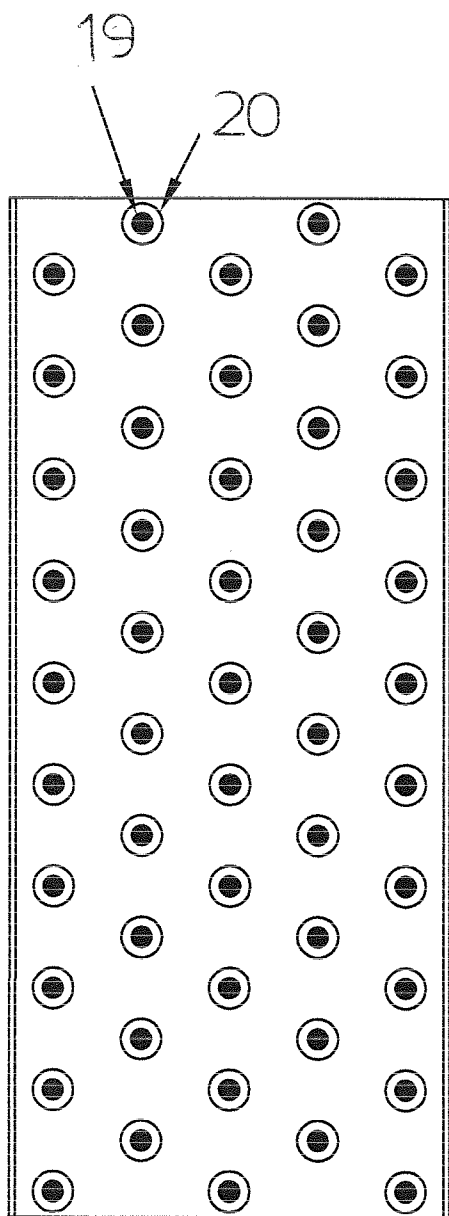


FIG 4



↑
6,14 FIG 6

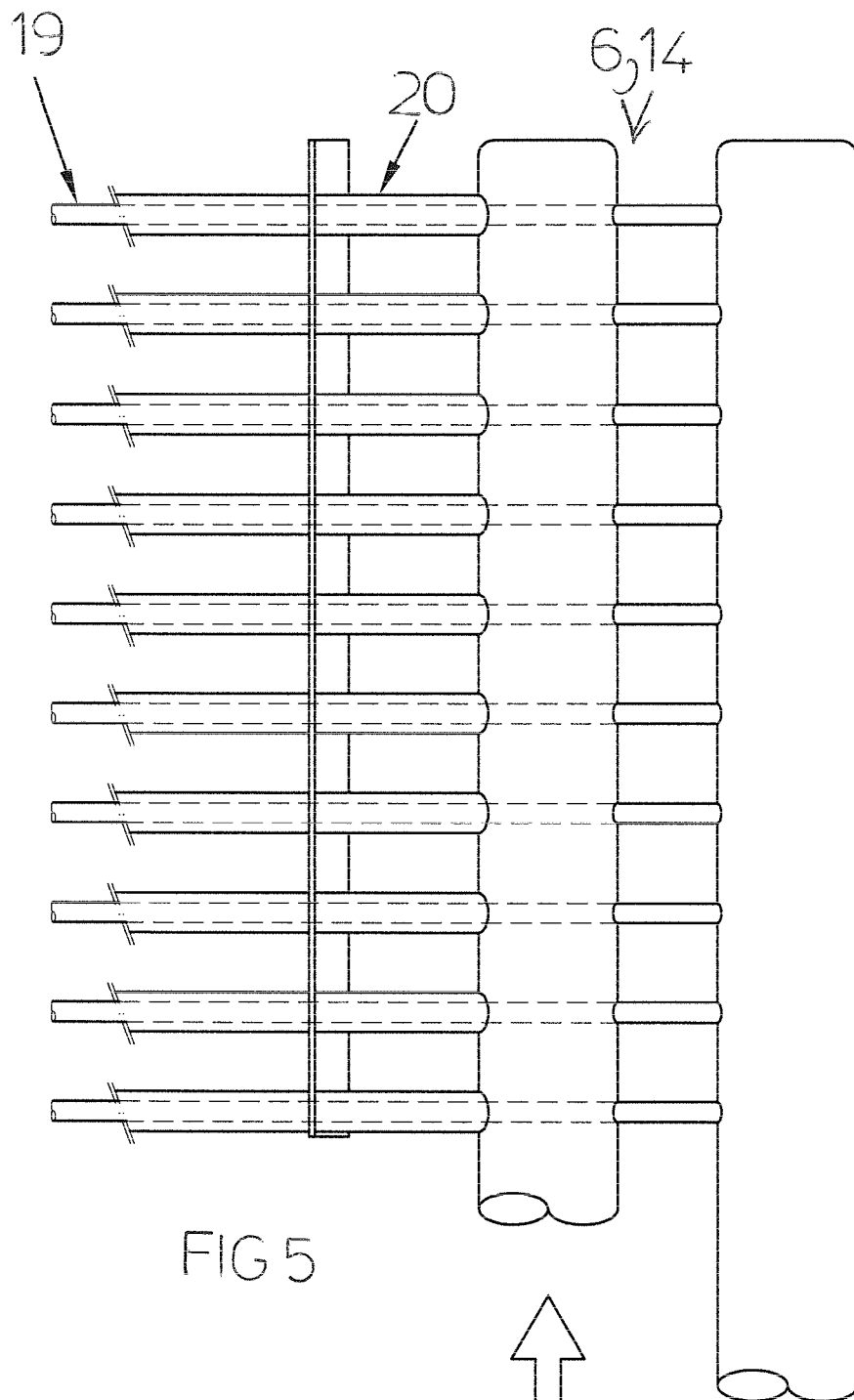


FIG 5

6, 14

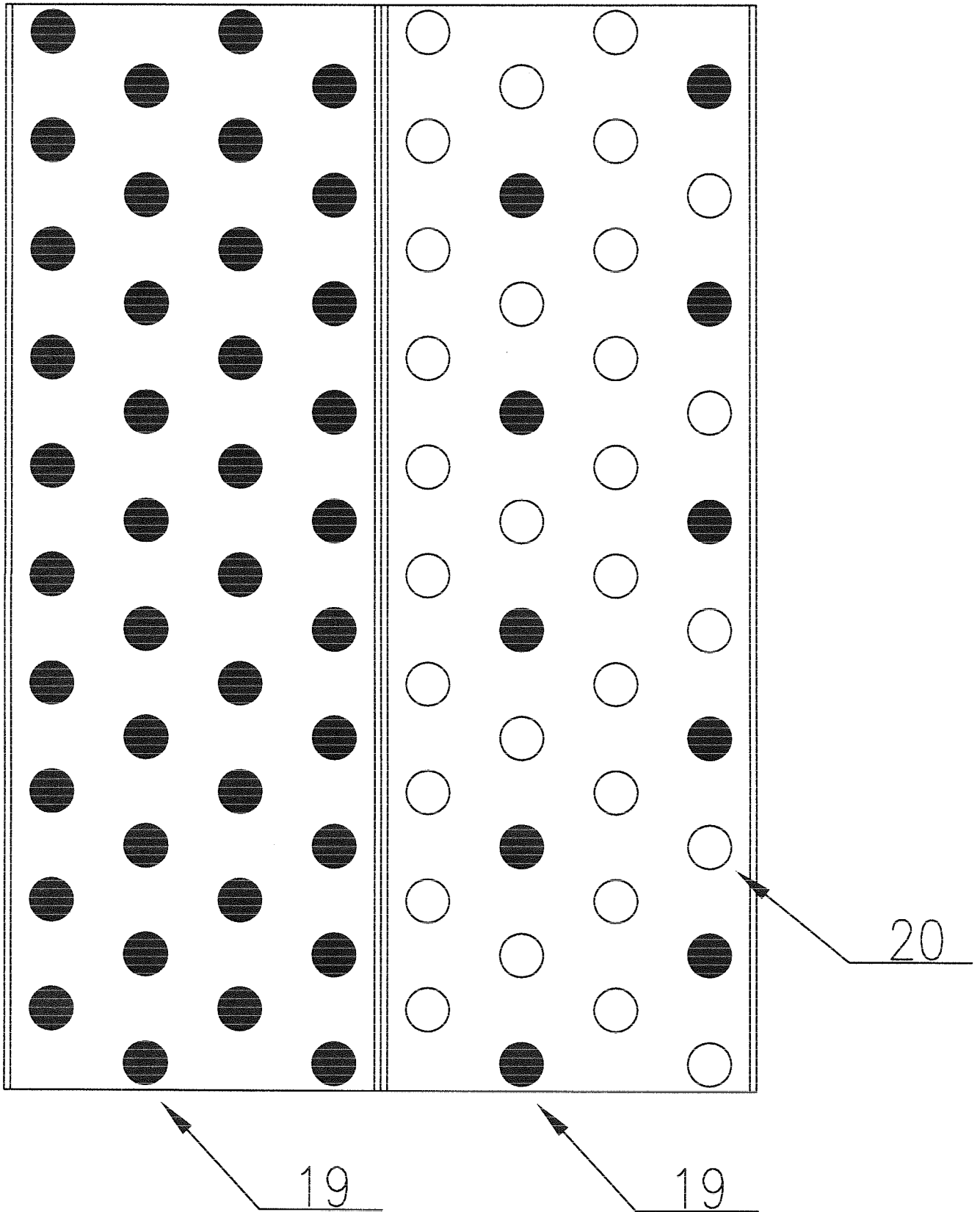


FIG 7