



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101994900391090
Data Deposito	20/09/1994
Data Pubblicazione	20/03/1996

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	24	F		

Titolo

IMPIANTO FRIGORIFERO

DESCRIZIONE

di brevetto per invenzione industriale

di MICROTECNICA S.p.A.

di nazionalità italiana,

TO 94A000727

a 10126 TORINO - V. Madama Cristina 147

Inventore: DE MEDIO Flavio

*** *** ***

La presente invenzione si riferisce ad un impianto frigorifero e particolarmente, ma non esclusivamente, ad un impianto frigorifero atto a fare parte di un sistema di controllo della temperatura di un ambiente interno di un velivolo.

Come è noto, gli impianti frigoriferi comprendono, nella configurazione più elementare, un compressore, un condensatore, un orificio di laminazione ed un evaporatore collegati tra loro in serie, a formare un circuito chiuso. Il compressore è atto a ricevere in ingresso un fluido frigorigeno allo stato di vapore a bassa pressione ed a comprimerlo per ottenere in uscita vapore ad una pressione più elevata; il vapore passa nel condensatore, nel quale si condensa grazie allo scambio termico con un fluido a temperatura più bassa, tipicamente l'aria all'esterno dell'ambiente di cui si vuole controllare la temperatura; il liquido all'uscita dal condensatore passa attraverso l'orificio di

FRANCOLINI Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

laminazione, nel quale viene sottoposto ad un'espansione isentalpica con conseguente diminuzione della pressione, e quindi giunge all'evaporatore. Quest'ultimo è uno scambiatore di calore in cui il fluido frigorigeno è in scambio termico con l'aria dell'ambiente di cui si vuole controllare la temperatura; il liquido evapora, sottraendo calore all'ambiente, ed il vapore in uscita dall'evaporatore viene inviato al compressore, cioè all'inizio del ciclo descritto.

Nella progettazione di un impianto frigorifero si pongono due problemi fondamentali, i quali possono assumere diversa importanza relativa a seconda del tipo di applicazione: controllare la temperatura dell'ambiente nel modo il più possibile preciso, al variare delle condizioni esterne, ed ottenere una buona efficienza dell'impianto, cioè ridurre il più possibile l'energia meccanica spesa per il trascinamento del compressore a parità di energia termica sottratta all'ambiente ad una data temperatura.

Il primo problema viene risolto con vari gradi di approssimazione.

Nelle applicazioni meno sofisticate, come ad esempio nei frigoriferi domestici, viene utilizzato un semplice controllo on-off del compressore, il quale viene disattivato quando la temperatura interna

FRANZOLINI Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

raggiunge un valore di soglia inferiore e riattivato quando la temperatura raggiunge un valore di soglia superiore. Si ottiene pertanto una temperatura continuamente variabile, ed in particolare oscillante tra i due valori di soglia.

In applicazioni in cui si verifichi una variazione del carico termico sull'evaporatore, viene talvolta utilizzata una servovalvola di controllo della pressione di evaporazione.

Per quanto concerne il problema dell'efficienza, è noto l'impiego di impianti frigoriferi comprendenti un dispositivo cosiddetto "economizzatore", il quale è atto ad aumentare il salto entalpico sull'evaporatore a parità di portata del compressore. L'economizzatore consiste essenzialmente in un secondo orifizio di laminazione posto immediatamente a valle del condensatore ed atto a provocare l'evaporazione di una parte del liquido frigorifero, ed un serbatoio di separazione del vapore (flash tank) avente un ingresso comunicante con tale secondo orifizio di laminazione, un'uscita della fase liquida collegata con l'evaporatore attraverso il primo orifizio di laminazione, ed un'uscita della fase gassosa collegata con un ingresso intermedio del compressore.

La maggiore energia meccanica spesa per la

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

compressione della quota di fluido che, attraverso il serbatoio di separazione del vapore, viene sottratta allo scambio termico nell'evaporatore è nettamente inferiore alla maggiore energia termica estratta dall'ambiente per effetto dell'incremento di salto entalpico utile sull'evaporatore; inoltre, il rendimento del compressore risulta migliorato per l'effetto di interrefrigerazione conseguente all'introduzione del vapore freddo proveniente dal serbatoio di separazione.

Per ottimizzare contemporaneamente l'efficienza di refrigerazione e la capacità di controllo della temperatura, sembrerebbe ipotizzabile l'impiego delle soluzioni sopra descritte (economizzatore e controllo della pressione di evaporazione) in combinazione tra loro. Purtroppo, in particolari condizioni, l'uso del dispositivo economizzatore annulla il controllo della pressione di evaporazione. Infatti, la diminuzione della pressione in ingresso al compressore, conseguente all'intervento della valvola di controllo della pressione di evaporazione, darebbe luogo ad una riduzione della pressione nello stadio intermedio del compressore, con conseguente richiamo di una maggiore portata di vapore dal serbatoio di separazione del vapore e riduzione della pressione in quest'ultimo. Tale serbatoio è collegato all'evaporatore e quindi

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

condiziona a sua volta la pressione di evaporazione: il controllo della pressione di evaporazione da parte della valvola sarebbe pertanto vanificato.

Scopo della presente invenzione è la realizzazione di un impianto di refrigerazione il quale consenta di ottimizzare contemporaneamente l'efficienza di refrigerazione e la capacità di controllo della temperatura.

Il suddetto scopo è raggiunto dalla presente invenzione, in quanto essa è relativa ad un impianto frigorifero comprendente mezzi di compressione di un fluido refrigerante, un condensatore collegato ad un'uscita dei detti mezzi di compressione, primi mezzi di trafilamento, ed un evaporatore avente un ingresso collegato con i detti primi mezzi di trafilamento ed un'uscita collegata con un ingresso dei detti mezzi di compressione, caratterizzato dal fatto di comprendere, in combinazione:

- una valvola di controllo della pressione di evaporazione interposta tra la detta uscita del detto evaporatore ed il detto ingresso dei detti mezzi di compressione,
- un dispositivo economizzatore comprendente secondi mezzi di trafilamento collegati con un'uscita del detto condensatore ed un serbatoio di separazione del vapore

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Alto nr. 482)

avente un ingresso collegato con i detti secondi mezzi di trafilamento, un'uscita della fase liquida collegata con i detti primi mezzi di trafilamento ed un'uscita della fase gassosa collegata con un ingresso intermedio dei detti mezzi di compressione, e

- mezzi di spillamento atti a collegare la detta uscita dei detti mezzi di compressione con il detto serbatoio di separazione del vapore.

Per una migliore comprensione della presente invenzione viene descritta nel seguito una forma preferita di attuazione, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

la figura 1 è uno schema circuitale di un sistema di controllo della temperatura in un abitacolo di un velivolo impiegante un circuito frigorifero realizzato secondo i dettami della presente invenzione; e

la figura 2 illustra un diagramma pressione/entalpia specifica del ciclo frigorifero dell'impianto di figura 1.

Con riferimento alla figura 1, è indicato nel suo complesso con 1 un sistema di controllo della temperatura in un abitacolo 2 di un velivolo.

Il sistema 1 comprende essenzialmente un condotto 3 di prelievo dell'aria dall'abitacolo 2, un impianto 4

frigorifero a vapore per il raffreddamento dell'aria prelevata dall'abitacolo, un dispositivo 5 di prelievo di aria calda da un compressore di un motore del velivolo (non illustrato), ed un condotto 6 di immissione nell'abitacolo di aria refrigerata dall'impianto 4 e/o di aria calda proveniente dal dispositivo 5. Il sistema 1 comprende inoltre un'unità di controllo 7 elettronica, la quale è preposta al controllo dell'impianto 4 e del dispositivo 5 sulla base di segnali di ingresso ricevuti da un selettore T di temperatura T e da sensori S associati al sistema stesso ed all'abitacolo 2 ed indicativi delle condizioni operative del sistema.

L'impianto 4 impiega un fluido frigorigeno, quale ad esempio un idrofluorocarburo HFC-134a. L'impianto 4 comprende un compressore 10, convenientemente del tipo a compressione continua a spirale denominato "Scroll", avente un ingresso 11, un ingresso intermedio 12 corrispondente ad una fase intermedia della compressione ed un'uscita 13. L'uscita 13 è collegata da un condotto 14 ad un ingresso 15 di un condensatore 16, il quale è costituito da uno scambiatore di calore tra il fluido refrigerante e l'aria esterna al velivolo. Un'uscita 17 del condensatore 15 è collegata, attraverso un filtro 18, ad un orifizio 19 di laminazione atto a produrre una

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

parziale evaporazione del liquido. L'orifizio 19 è collegato con un ingresso 20 di un serbatoio 21 di separazione del vapore o "flash tank" avente un'uscita 22 della fase gassosa collegata con l'ingresso intermedio 12 del compressore 10 ed un'uscita 23 della fase liquida.

L'orifizio 19 ed il serbatoio 21 fanno parte di un dispositivo 43 economizzatore, in sé noto.

L'uscita 23 della fase liquida del serbatoio 21 è collegata mediante un condotto 24 ad una valvola termostatica 25 con equalizzatore di pressione, di tipo noto, la quale è collegata a sua volta ad un ingresso 26 di un evaporatore 27. L'evaporatore 27 consiste essenzialmente in uno scambiatore di calore tra il fluido refrigerante e l'aria prelevata dall'abitacolo 2 attraverso il condotto 3. Sotto l'azione di una ventola 28 posta a valle dell'evaporatore 27, l'aria viene forzata nel condotto 6 di immissione nell'abitacolo.

La valvola termostatica 25 incorpora, in modo noto, un orifizio 30 di laminazione a sezione variabile, la cui apertura viene modulata in modo automatico per mantenere una differenza positiva di qualche °C tra la temperatura del vapore in uscita dall'evaporatore, rilevata dalla valvola attraverso un bulbo 31, e la temperatura di saturazione del vapore stesso alla

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

pressione di uscita dall'evaporatore, anch'essa rilevata dalla valvola tramite una linea di pilotaggio 32 comunicante con un'uscita 33 dell'evaporatore 27. La struttura della valvola 25, ed in particolare le modalità con cui la temperatura e la pressione del vapore in uscita dall'evaporatore 27 determinano la modulazione della sezione del relativo orifizio di laminazione 30 non vengono descritte in dettaglio in quanto note al tecnico del ramo.

L'uscita 33 dell'evaporatore 27 è collegata tramite un condotto 34 all'ingresso 11 del compressore 10.

Il condotto 34 è intercettato da un'elettrovalvola 35 di regolazione della pressione di evaporazione, la quale è controllata dall'unità 7 in funzione del carico termico nell'abitacolo 2.

L'impianto 4 comprende infine uno scambiatore di calore 36 avente lo scopo di determinare un sottoraffreddamento del liquido nel condotto 24 e quindi di evitare che alla valvola termostatica 25 pervenga una miscela bifase. Nella pratica, tale scambiatore non è costituito da un dispositivo vero e proprio, ma rappresenta in modo schematico lo scambio termico tra i condotti 24 e 34, disposti convenientemente a contatto tra loro.

L'uscita 13 del compressore 10 è collegata

all'ingresso 20 del serbatoio 21 di separazione del vapore da un condotto 37, lungo il quale è disposta una valvola 38 di spillamento dei gas caldi. Tale valvola, di tipo in sè noto, è normalmente chiusa e si apre quando la pressione di valle, cioè la pressione nel suddetto serbatoio, scende oltre un valore di soglia minimo prefissato, permettendo uno spillamento di vapore caldo dall'uscita del compressore nel serbatoio stesso.

Il compressore 10 è atto ad essere trascinato da un motore del velivolo (non illustrato) mediante una trasmissione (anch'essa non illustrata), alla quale può essere selettivamente collegato da un innesto 39 a comando elettrico, azionato dall'unità di controllo 7.

Il dispositivo 5 di spillamento di aria calda comprende essenzialmente un condotto 40 di adduzione dell'aria calda nel condotto 6, ed una coppia di elettrovalvole 41, 42 poste in serie lungo tale condotto ed azionate dall'unità di controllo 7. L'elettrovalvola 41 è del tipo a due posizioni on-off, ed è preposta all'intercettazione totale del condotto 6 nel caso in cui non occorra introdurre aria calda nell'abitacolo 2; l'elettrovalvola 42 è a regolazione continua ed è atta a modulare la portata di aria calda verso l'abitacolo 2.

A seconda del carico termico nell'abitacolo 2, sono possibili tre diverse condizioni di funzionamento del

sistema 1. Quando la temperatura nell'abitacolo 2 è elevata, l'elettrovalvola 41 viene chiusa; non vi è pertanto immissione di aria calda, e funziona soltanto l'impianto frigorifero 4. Quando, viceversa, la temperatura è inferiore ad un valore di soglia prefissato, viene disattivato l'impianto 4 ed immessa soltanto aria calda. Può verificarsi inoltre una condizione intermedia in cui l'impianto frigorifero 4, in presenza di un carico termico molto basso, tenda a refrigerare l'abitacolo più del richiesto; in questo caso viene attivato, contemporaneamente, anche il dispositivo 5 e nell'abitacolo viene immessa una miscela di aria fredda proveniente dall'impianto 4 e di aria calda dal dispositivo 5.

Il funzionamento dell'impianto 4 viene descritto nel seguito con riferimento all'annesso diagramma pressione (p)/ entalpia specifica (h) (fig. 2), iniziando per comodità di riferimento dall'uscita della fase di compressione (punto A) del diagramma, in cui il fluido refrigerante è allo stato di vapore surriscaldato e compresso alla massima pressione del ciclo. Trascurando per il momento l'eventuale spillamento attraverso la valvola 38, il vapore si condensa nel condensatore, cedendo calore all'aria esterna. Il liquido così ottenuto (punto B del diagramma),

leggermente sottoraffreddato ed ancora sostanzialmente alla pressione massima, viene sottoposto ad una prima espansione isentalpica attraverso l'orifizio di laminazione 19; l'espansione provoca una diminuzione di temperature ed una parziale evaporazione del liquido: la pressione ed il titolo di vapore della miscela bifase che raggiunge il serbatoio 21 sono individuati dal punto C del diagramma.

Le fasi liquida e gassosa presenti nel suddetto serbatoio sono allo stato termodinamico definito rispettivamente dai punti D ed E del diagramma, intersezione tra la curva di saturazione e l'isobara passante per C.

La fase liquida passa, leggermente sottoraffreddata nello scambiatore 36, attraverso la valvola termostatica 25, nella quale viene sottoposta ad una nuova espansione isentalpica fino alla pressione di evaporazione (punto F), la quale dipende dal punto di funzionamento della valvola di regolazione 35. Nell'evaporatore si produce un'evaporazione completa del fluido refrigerante (punto G), il quale assorbe energia termica dall'aria prelevata dall'abitacolo attraverso il condotto 3; l'aria raffreddata viene reimpressa nell'abitacolo attraverso il condotto 6.

Il vapore in uscita dall'evaporatore subisce

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

un'ulteriore perdita di carico attraverso la valvola di regolazione 35, raggiungendo la pressione minima del circuito (punto H) e raggiunge quindi l'ingresso 11 del compressore 10 dopo un leggero surriscaldamento nello scambiatore 36. Si precisa che, per semplicità, l'effetto dello scambiatore 36 è stato trascurato nel diagramma di figura 2.

Nel compressore 10, il vapore è sottoposto ad una compressione continua, sostanzialmente adiabatica. In corrispondenza di una fase intermedia della compressione in cui il livello di pressione raggiunto è prossimo alla pressione nel serbatoio 21 di separazione del vapore (punto I), viene introdotto nel compressore attraverso l'ingresso intermedio 12 del vapore saturo proveniente dal serbatoio 21 suddetto, il quale si trova nello stato termodinamico definito dal punto E. La compressione continua pertanto a partire da un punto J del diagramma intermedio tra E ed I, la posizione di J sul segmento EI dipendendo dal rapporto tra le portate provenienti dalla prima fase di compressione e dal serbatoio 21, e si perviene al punto A di inizio ciclo.

Qualora la regolazione della valvola 35, allo scopo di ottenere una data pressione di evaporazione, porti ad un valore di pressione ridotto all'ingresso 11 del compressore 10, e quindi ad un valore ridotto della

pressione all'ingresso intermedio 12 del compressore stesso, si ottiene come effetto l'aspirazione di una maggiore portata di fluido dal serbatoio di separazione del vapore. Pertanto, in assenza di correzioni, la pressione nel serbatoio 21 tenderebbe a scendere e condizionerebbe il valore della pressione di evaporazione, essendo l'evaporatore 27 collegato al serbatoio suddetto. Tuttavia, secondo la presente invenzione, quando la pressione nel serbatoio di separazione del vapore scende fino a raggiungere un valore di soglia minimo prefissato, si apre la valvola 38 di spillamento e viene richiamato nel serbatoio stesso del vapore caldo e pressurizzato dall'uscita del compressore.

In questo modo, la pressione nel serbatoio di separazione del vapore viene stabilizzata ad un valore minimo prefissato, il che consente di regolare efficacemente la pressione di evaporazione mediante la valvola 35 in qualsiasi situazione operativa dell'impianto 4.

Da un esame delle caratteristiche dell'impianto di refrigerazione realizzato secondo i dettami della presente invenzione sono evidenti i vantaggi che essa consente di ottenere.

L'impiego simultaneo del dispositivo economizzatore

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

43 e della valvola 35 di controllo della pressione di evaporazione consente di ottenere un'elevata efficienza dell'impianto e, nel contempo, un'ottima capacità di regolazione della temperatura. Tale impiego simultaneo è reso possibile dallo spillamento di vapore dall'uscita del compressore verso il serbatoio di separazione del vapore, in modo tale da impedire che un'eventuale abbassamento della pressione in quest'ultimo impedisca il controllo della pressione di evaporazione mediante la relativa valvola.

Risulta infine chiaro che al sistema 1 ed in particolare all'impianto 4 possono essere apportate modifiche e varianti che non escono dall'ambito di tutela delle rivendicazioni.

In particolare, l'impianto 4 può essere utilizzato in qualsiasi applicazione commerciale, anche non nell'ambito di un sistema di condizionamento; inoltre, in luogo del compressore "Scroll" può essere utilizzato un compressore di tipo diverso.

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

R I V E N D I C A Z I O N I

1.- Impianto frigorifero (1) comprendente mezzi di compressione (10) di un fluido refrigerante, un condensatore (16) collegato ad un'uscita (13) dei detti mezzi di compressione (10), primi mezzi di trafilamento (25), ed un evaporatore (27) avente un ingresso (26) collegato con i detti primi mezzi di trafilamento (25) ed un'uscita (33) collegata con un ingresso (11) dei detti mezzi di compressione (10), caratterizzato dal fatto di comprendere, in combinazione:

- una valvola (35) di controllo della pressione di evaporazione interposta tra la detta uscita (33) del detto evaporatore (27) ed il detto ingresso (11) dei detti mezzi di compressione (10),

- un dispositivo economizzatore (43) comprendente secondi mezzi di trafilamento (19) collegati con un'uscita (17) del detto condensatore (16) ed un serbatoio (21) di separazione del vapore avente un ingresso (20) collegato con i detti secondi mezzi di trafilamento (19), un'uscita (23) della fase liquida collegata con i detti primi mezzi di trafilamento (25) ed un'uscita della fase gassosa (22) collegata ad un ingresso intermedio (12) dei detti mezzi di compressione (10), e

- mezzi di spillamento (37,38) atti a collegare la detta

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

uscita (13) dei detti mezzi di compressione (10) con il detto serbatoio (21) di separazione del vapore.

2.- Impianto secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di spillamento comprendono una valvola (38) atta ad aprirsi quando la pressione nel detto serbatoio (21) di separazione del vapore scende oltre un valore di soglia minimo prefissato.

3.- Impianto secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di compressione comprendono un compressore (10) a compressione continua.

4.- Impianto secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che il detto compressore (10) è del tipo "Scroll".

5.- Sistema di controllo della temperatura in un ambiente (2), particolarmente di un abitacolo di un velivolo, caratterizzato dal fatto di comprendere un impianto frigorifero (4) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti e mezzi (5) di immissione di aria calda nel detto ambiente.

6.- Sistema secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto di comprendere un'unità (7) di controllo del detto impianto frigorifero (4) e dei detti mezzi (5) di immissione di aria calda nel detto ambiente (2) sulla base di segnali di ingresso indicativi delle condizioni

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

operative del sistema (1) stesso.

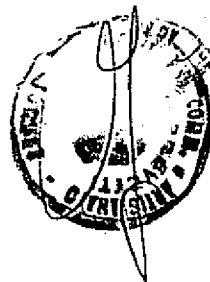
7.- Impianto frigorifero, sostanzialmente come descritto ed illustrato nei disegni allegati.

8.- Sistema di controllo della temperatura in un ambiente, sostanzialmente come descritto ed illustrato nei disegni allegati.

p.i.: MICROTECNICA S.p.A.

FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

Luigi Franzolin



FRANZOLIN Luigi
(iscrizione Albo nr. 482)

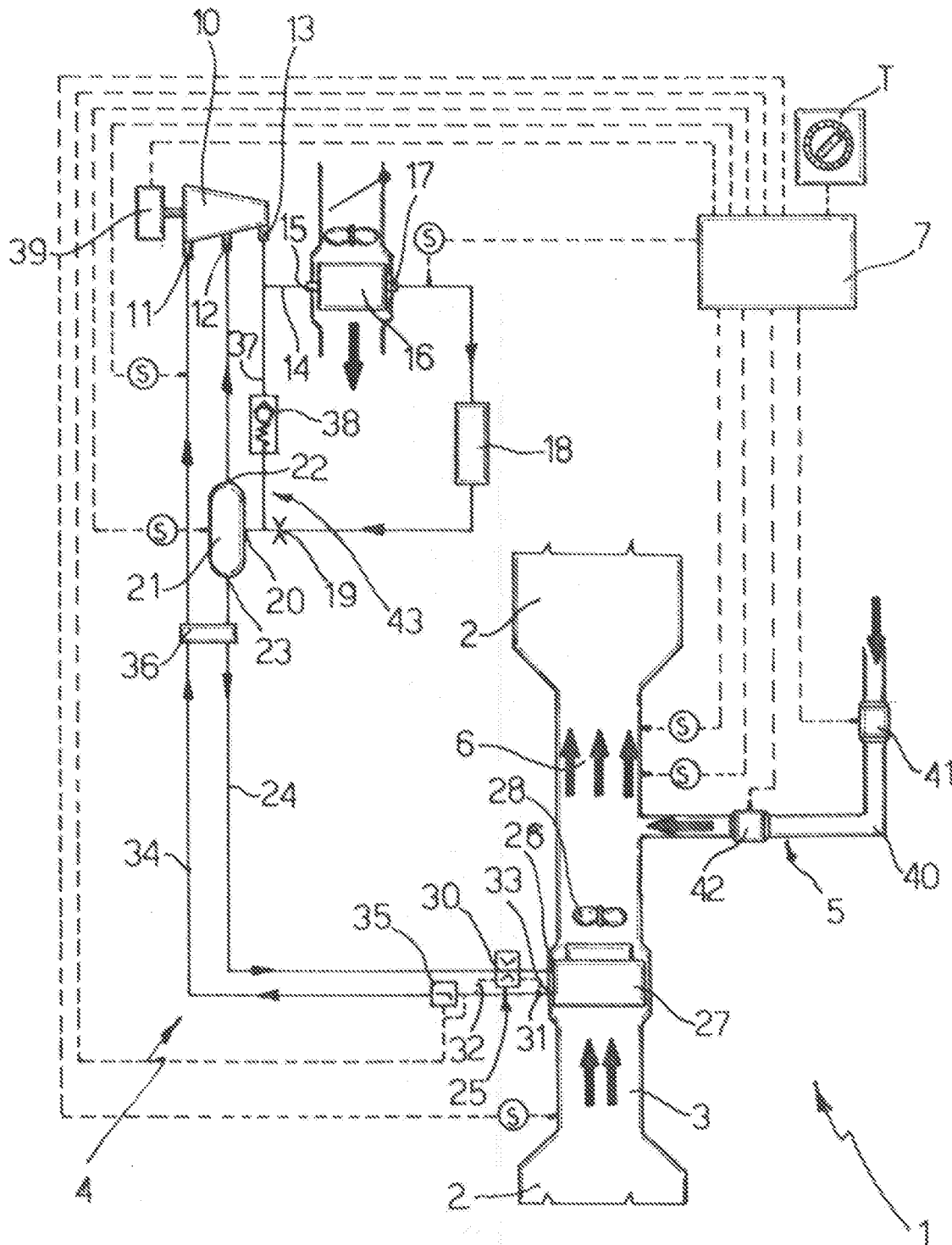


Fig.1

p.i.: MICROTECNICA S.p.A.

FRANZONI Luigi
(iscrizione Albo nr. 492)

Luigi Franzoni

