



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

UIBM

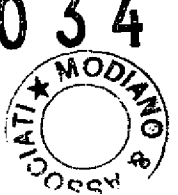
DOMANDA NUMERO	101993900286617
Data Deposito	19/02/1993
Data Pubblicazione	19/08/1994

Priorità	07/838972
Nazione Priorità	US
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	02	C		

Titolo

SISTEMA E PROCEDIMENTO PER CATTURARE CALORE TRASFERITO DA ARIA DI RAFFREDDAMENTO COMPRESSA IN UNA TURBINA A GAS



WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION,

con sede a Pittsburgh, Pennsylvania (U.S.A.)

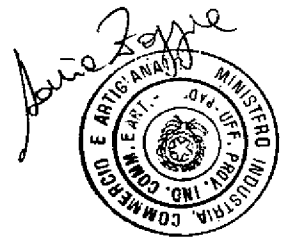
* * * * *

D E S C R I Z I O N E

La presente invenzione riguarda turbine a gas. Più specificatamente, la presente invenzione riguarda un sistema ed un procedimento per recuperare calore respinto dalla porzione dell'aria di scarico del compressore che è impiegata per raffreddare la sezione di turbina della turbina a gas, trasferendo il calore a un fluido che deve essere iniettato entro la sezione di combustione, come ad esempio un combustibile gassoso.

Una turbina a gas è composta di tre componenti principali: una sezione del compressore in cui viene compressa aria, una sezione di combustione in cui l'aria compressa è riscaldata bruciando combustibile ed una sezione di turbina in cui viene espanso gas caldo compresso dalla sezione di combustione. Per ottenere la massima emissione di energia o potenza della turbina a gas, è auspicabile scaldare il gas che scorre attraverso la sezione di combustione fino alla temperatura più alta raggiungibile. Di conseguenza, i componenti nella sezione di turbina esposti a gas caldo devono essere adeguatamente raffreddati in modo tale che la loro temperatura sia mantenuta entro limiti consentiti.

Tradizionalmente, tale raffreddamento è ottenuto facendo scorrere aria relativamente fredda sopra o all'interno dei componenti della turbina. Poichè tale aria di raffreddamento deve essere pressurizzata per essere efficace, è pratica comune prelevare una porzione dell'aria scaricata dalla sezione del compressore e inviarla verso i componenti della turbina





per scopi di raffreddamento. Sebbene l'aria di raffreddamento infine si misceli con il gas caldo che si espande nella turbina, e che essa evita o scavalca il processo di combustione, molto del lavoro speso nel comprimere l'aria di raffreddamento non è recuperato nel processo di espansione. Di conseguenza, per massimizzare la resa di energia e l'efficienza della turbina a gas, è auspicabile minimizzare la quantità di aria di raffreddamento impiegata.

Sfortunatamente, come conseguenza dell'aumento della temperatura che accompagna l'aumento di pressione nel compressore, l'aria prelevata dal compressore è relativamente calda -- cioè $315-425^{\circ}\text{C}$ ($600-800^{\circ}\text{F}$) in seconda del rapporto di compressione. Di conseguenza, l'aria prelevata dal compressore deve essere spesso raffreddata per garantire che la sua temperatura sia sufficientemente bassa da raffreddare in modo adeguato i componenti della turbina. In aggiunta, com'è ben noto nella tecnica, la quantità di aria prelevata dal compressore per scopi di raffreddamento può essere ridotta raffreddando l'aria prima di dirigerla ai componenti della turbina, aumentando così la sua capacità di assorbire calore.

In passato, per raffreddare l'aria di raffreddamento era spesso impiegato un refrigeratore aria-a-aria. In tale disposizione, l'aria prelevata dal compressore scorre attraverso tubi dotati di alette sopra i quali viene sforzata l'aria dell'ambiente mediante ventole azionate da motore, trasferendo così calore dall'aria compressa all'atmosfera. Sebbene tale procedimento raggiunga un raffreddamento adeguato, esso diminuisce l'efficienza della turbina a gas poichè l'energia termica associata con il lavoro speso per comprimere l'aria di raffreddamento è perduta nell'atmosfera.

E' pertanto auspicabile fornire un sistema ed un procedimento per raffreddare l'aria prelevata dal compressore per scopi di raffreddamento in cui il calore rimosso dall'aria di raffreddamento viene rimandata nel ciclo.

Di conseguenza, lo scopo generale della presente invenzione è di fornire un procedimento ed un sistema per raffreddare aria prelevata dal compressore da una turbina a gas in cui il calore rimosso dall'aria di raffreddamento è rimandato al ciclo, specificatamente, mediante un fluido, come ad esempio un combustibile gassoso od acqua, da iniettare entro la sezione di combustione della turbina a gas.

In breve, lo scopo, come pure altri scopi della presente invenzione, è ottenuto in un sistema di turbina a gas avente (i) una sezione di compressore per produrre aria compressa, copia (ii) una sezione di combustione per produrre gas compresso riscaldato bruciando combustibile in una prima porzione dell'aria compressa, (iii) una sezione di turbina per espandere il gas compresso riscaldato, (iv) un primo scambiatore di calore per raffreddare una seconda porzione dell'aria compressa (v) un secondo scambiatore di calore per riscaldare il combustibile prima della combustione, e (vi) mezzi per far circolare un fluido di trasferimento di calore attraverso entrambi il primo ed il secondo scambiatore di calore, per cui il fluido assorbe calore dalla seconda porzione dell'aria compressa del primo scambiatore di calore e trasferisce il calore al combustibile nel secondo scambiatore di calore.

La figura 1 è una sezione trasversale longitudinale di un sistema di turbina a gas che incorpora l'apparecchiatura di trasferimento di calore



della presente invenzione.

La figura 2 è uno schema di massima di una seconda forma di realizzazione del sistema di turbina a gas mostrato in figura 1, in cui un generatore di vapore a recupero di calore è stato incorporato nel sistema ed acqua è iniettata entro il sistema di combustione.

La figura 3 è uno schema di massima di una terza forma di realizzazione del sistema di turbina a gas mostrata in figura 1 che impiega un tubo di calore.

La figura 4 è una vista isometrica del tubo di calore mostrato in figura 3.

Facendo riferimento ai disegni, in figura 1 si mostra una sezione trasversale longitudinale di un sistema 1 di turbina a gas. La turbina a gas è composta di tre componenti principali: una sezione 2 di compressore, una sezione di combustione 3 ed una sezione 4 di turbina. Un rotore 5 è disposto centralmente nella turbina a gas e si estende attraverso le tre sezioni. La sezione 2 di compressore è composta di un cilindro 6 che racchiude file alterne di palette stazionarie 7 e di pale girevoli 8. Le palette stazionarie 7 sono fissate al cilindro 6 e le pale girevoli 8 sono fissate al rotore 5.

La sezione di combustione 3 è composta da un cilindro 9 che forma una camera in cui è disposta una pluralità di combustori 10 e condotti 11 che collegano i combustori alla sezione di turbina 4. Un tubo 23 di alimentazione di combustibile è collegato ad un collettore 24 di combustibile che distribuisce combustibile ad un ugello 25 in ciascun combustore 10. Una porzione del rotore 5 si estende attraverso la sezione di combustione 3 ed

è racchiusa in essa da un alloggiamento 12. Tubi 13 e 14 di ritorno di aria di raffreddamento, descritti ulteriormente inseguito terminano in corrispondenza di un collettore 15 che circonda una porzione dell'alloggiamento 12.

La sezione di turbina 4 è composta da un cilindro esterno 16 che racchiude un cilindro interno 17. Il cilindro interno 17 racchiude file alterne di palette stazionarie 18 e di pale ruotanti 19. Le palette stazionarie 18 sono fissate al cilindro interno 17 e le pale ruotanti 19 sono fissate ad una pluralità di dischi ruotanti 20 che formano la sezione di turbina del rotore 5.

Durante il funzionamento, il compressore conduce aria ambientale 21 entro il suo ingresso e scarica aria compressa 22 entro la camera formata dal cilindro 9. La grande maggioranza dell'aria 21 nella camera entra nei combustori 10 attraverso fori in essi (non mostrati). Nei combustori 10, il combustibile 26, riscaldato come descritto in seguito, è iniettato entro e miscelato con l'aria compressa 22 e bruciato, formando così un gas caldo compresso 27. Il gas caldo compresso 27 scorre attraverso i condotti 11 e da qui attraverso le file alterne di palette stazionarie 18 e di pale ruotanti 19 nella sezione di turbina 4, in cui il gas si espande e genera potenza che aziona un carico (non mostrato) collegato al rotore 5. Il gas espanso 28 esce quindi dalla turbina, dopo di che può essere scaricato all'atmosfera o diretto ad un generatore di vapore a recupero di calore, descritto in seguito.

Le pale 19 e i dischi 20 ruotanti nella sezione di turbina sono esposti al gas caldo 27 dai combustori 10, la cui temperatura può essere supe-

riore a 1090°C (2000°F) e sono sottoposti ad elevate sollecitazioni come conseguenza della forza centrifuga imposta su di loro dalla loro rotazione. Poichè la capacità dei materiali che formano le pale e i dischi a sopportare la sollecitazione diminuisce all'aumentare della temperatura, è di vitale importanza fornire raffreddamento adeguato per mantenere la temperatura di tali componenti entro limiti consentiti. Nella forma di realizzazione preferita, tale raffreddamento è ottenuto deviando una porzione 29 dell'aria compressa 22 dalla camera formata dal cilindro 9 alla sezione di turbina del rotore 5. Tale deviazione è realizzata prelevando aria attraverso un tubo 30 di prelievo esterno proveniente dal cilindro 9. Dopo essere stata raffreddata, come descritto in seguito, l'aria di raffreddamento 31 raffreddata entra nuovamente nella turbina a gas attraverso i tubi di ritorno 13 e 14. I tubi di ritorno dirigono l'aria al collettore 15 dopo di che l'aria di raffreddamento penetra nell'alloggiamento 12 attraverso fori 50 ed entra in un intercapedine anulare 52 formata fra l'alloggiamento 12 ed il rotore 5. L'aria di raffreddamento 31 quindi entra nel rotore 5 attraverso fori 51, dopo di che scorre attraverso una pluralità di condotti di raffreddamento intricati (non mostrati) nei dischi e nelle pale ruotanti per ottenere il raffreddamento desiderato.

E' importante notare che l'aria di raffreddamento 29 bipassa i combustori 10. Anche se alla fine tale aria si miscela con il gas caldo che si espande nella sezione di turbina 4, il lavoro recuperato dall'espansione dell'aria di raffreddamento compressa è molto inferiore a quello recuperato dall'espansione dell'aria compressa riscaldata nei combustori. Infatti, come conseguenza delle perdite dovute alla caduta di pressione e la

efficienza meccanica, il lavoro recuperato dall'aria di raffreddamento è inferiore a quello richiesto per comprimere l'aria nel compressore. Pertanto, maggiore è la quantità dell'aria del raffreddamento impiegata minore è la resa di potenza netta dalla turbina a gas.

In conformità con la presente invenzione, la quantità di aria di raffreddamento 29 prelevata dallo scarico 22 del compressore è ridotta raffreddando l'aria, aumentando così la sua capacità di assorbire calore dai componenti della turbina e raffreddare gli stessi, senza perdere il calore respinto dal ciclo. Ciò è ottenuto dirigendo l'aria di raffreddamento calda 29 ad uno scambiatore di calore 53 di aria di raffreddamento, che può essere del tipo a guscio e tubo, come mostrato in figura 1, nel qual caso il guscio o involucro 77 forma il percorso di flusso per l'aria di raffreddamento 29 e i tubi 75 formano il percorso di flusso per un fluido 57 di trasferimento di calore intermedio, descritto ulteriormente in seguito. Lo scambiatore di calore 53 ad aria di raffreddamento è collegato mediante un sistema di tubazioni 55 a circuito chiuso ad uno scambiatore di calore 54 di combustibile al quale è alimentato combustibile 56 gassoso non riscaldato. Com'è mostrato in figura 1, lo scambiatore di calore di combustibile 54 può anche essere del tipo a involucro-tubo, nel qual caso l'involucro o guscio 78 forma il percorso di flusso per il combustibile gassoso 56 ed i tubi 76 formano un percorso di flusso per il fluido intermedio 57 di trasferimento di calore. Si dovrebbe notare che entrambi gli scambiatori di calore 53 e 54 sono del tipo indiretto per il fatto che i tubi 75 e 76 impediscono la comunicazione di flusso fra i fluidi che scorrono attraverso gli scambiatori di calore.



Il fluido intermedio 57 di trasferimento di calore, che può essenzialmente essere acqua o almeno sostanzialmente acqua -- cioè una miscela glicole/acqua -- è fatto circolare attraverso gli scambiatori di calore 53 e 54 mediante una pompa 63 nel sistema di tubazione 55. Pertanto, l'aria di raffreddamento 29 è raffreddata inviando calore al fluido intermedio 57 che, a sua volta, è raffreddato inviando calore al combustibile 56, scaldando così il combustibile. Poichè il combustibile riscaldato 26 è iniettato entro e bruciato nei combustori 10, il calore che ha assorbito dall'aria di raffreddamento 29, indirettamente attraverso il fluido intermedio 57, è rimandato in circolo e riduce la quantità del combustibile che deve essere bruciato per ottenere la temperatura desiderata del gas 27 che entra nella turbina. Di conseguenza, diversamente dall'approccio tradizionale per il raffreddamento dell'aria di raffreddamento, descritta in precedenza, la presente invenzione non ha come risultato che l'efficienza termica della turbina a gas venga significativamente diminuita come risultato del raffreddamento.

E' importante garantire che, nel caso di perdite degli scambiatori di calore 53 e 54, l'acqua non entrerà nell'aria di raffreddamento 31 o nel combustibile 26, poichè ciò potrebbe tradursi nel danneggiamento dei componenti della turbina. Pertanto, nella forma di realizzazione preferita, la pressione del fluido intermedio 57 è mantenuta inferiore a quella dell'aria di raffreddamento 29 e del combustibile 56 in modo tale che qualsiasi percorso di perdita che si formi negli scambiatori di calore farà sì che aria o combustibile scorrano entro il fluido intermedio 57, e non viceversa. In conformità con la presente invenzione, il mantenimento

della pressione è garantito incorporando una vasca di espansione 62 entro il sistema di tubazione 55 in modo tale che l'oscillazioni di volume dovute a variazioni di temperatura nel fluido intermedio 57 di trasferimento di calore non aumenteranno la sua pressione al di sopra di quella dell'aria di raffreddamento e del combustibile.

Nella forma di realizzazione mostrata in figura 1, solamente il combustibile gassoso 26 è iniettato entro i combustori 10. Tuttavia, in molte applicazioni è necessario iniettare un altro fluido, come ad esempio acqua o vapore entro i combustori 10 per ridurre la formazione di ossidi di azoto (NOX), i quali sono considerati inquinanti atmosferici, nel gas caldo 27. In conseguenza, com'è mostrato in figura 2, la presente invenzione può essere impiegata dirigendo acqua 69, piuttosto che combustibile gassoso 56, attraverso lo scambiatore di calore 54. Quando l'acqua riscaldata 70 è iniettata entro il sistema di combustione 3 per ridurre gli NOX nel calore che l'acqua ha assorbito dal fluido intermedio 56 è emesso nuovamente nel ciclo.

Talvolta può non essere desiderabile o necessario iniettare acqua 70 per il controllo di NOX entro la turbina a gas. In tali casi non si avrebbe flusso di fluido attraverso lo scambiatore di calore 54 al quale potrebbe essere trasferito il calore dal fluido intermedio 57 di trasferimento di calore. Tuttavia, poichè l'aria di raffreddamento 29 deve non di meno essere ancora raffreddata, si deve trovare un mezzo alternativo al quale si possa trasferire calore dall'aria di raffreddamento. In conformità alla presente invenzione, tale problema è risolto impiegando uno scambiatore di calore 66 ausiliario, che possa essere collegato in modo da es-



sere in parallelo con lo scambiatore di calore 54, come mostrato in figura 2. Azionando le valvole 67 nel sistema di tubazione, la pompa 63 farà circolare il fluido intermedio 57 attraverso lo scambiatore di calore 66 ausiliario, piuttosto che attraverso lo scambiatore di calore 54. Una seconda pompa fa circolare un fluido secondario 68 di trasferimento di calore, che può essere acqua di raffreddamento ausiliaria per la centrale elettrica, attraverso lo scambiatore di calore ausiliario 66 in modo tale che il calore dal fluido intermedio 57 di trasferimento di calore venga ceduto al fluido secondario 68 di trasferimento di calore.

Molte turbine a gas hanno la capacità di passare dal funzionamento a combustibile gassoso al funzionamento a combustibile liquido, tipicamente due distillati. Sfortunatamente può non essere consigliabile scaldare tali combustibili liquidi. Inoltre, può non essere economico investire in addizionali scambiatori di calore adatti all'impiego con i combustibile liquido poichè molte centrali o impianti funzionano con combustibile liquido solamente per poche settimane all'anno. Di conseguenza, lo scambiatore di calore ausiliario 66 mostrato in figura 2 poteva essere incorporato nella forma di realizzazione mostrato in figura 1 in modo che il calore dal fluido intermedio 57 di trasferimento di calore poteva essere ceduto al fluido secondario 68 di trasferimento di calore quando la turbina a gas sta funzionando con combustibile liquido.

La presente invenzione può essere impiegata in modo particolarmente vantaggioso in una turbina a gas che funziona in una centrale elettrica a turbina a vapore e gas a ciclo combinato, una porzione della quale è mostrata in figura 2. Com'è tipico in tali sistemi, il gas che viene scari-



cato dalla sezione di turbina 4 della turbina a gas scorre attraverso un generatore di vapore 63 di recupero di calore, in cui cede molto del suo calore ad acqua di alimentazione 68 per produrre vapore 65 da impiegare in una turbina a vapore (non mostrata). In conformità con la presente invenzione, lo scambiatore di calore ausiliario 66 impiegato per raffreddare il fluido intermedio 57 quando si desidera non riscaldare il fluido di iniezione della sezione di combustione, che può essere combustibile gassoso 26 come descritto rispetto alla forma di realizzazione mostrata in figura 1 o acqua per il controllo di NOX come mostrato in figura 2. In questa forma di realizzazione, lo scambiatore di calore 66 è alimentato con acqua di alimentazione 68 per il generatore di vapore 63 di recupero di calore, come mostrato in figura 2. Pertanto, il calore ceduto dal fluido intermedio 57 serve a riscaldare l'acqua di alimentazione 68 in modo tale che il calore trasferito dall'aria di raffreddamento è inviato nel ciclo come prima, anche se sul lato del vapore piuttosto che sul lato del gas.

Sebbene il raffreddamento dell'aria di raffreddamento 31 ha il vantaggio di ridurre la temperatura mediante dei componenti della turbina e, pertanto, migliora la loro resistenza, una temperatura dell'aria di raffreddamento eccessivamente bassa potrebbe provocare gradienti termici che hanno come risultato sollecitazioni termiche locali indesiderabilmente alte nelle porzioni di tali componenti direttamente esposte all'aria di raffreddamento. Pertanto, è talvolta auspicabile controllare che la temperatura dell'aria di raffreddamento 31 in modo tale che sia mantenuta entro un intervallo predeterminato. Di conseguenza, piuttosto che impiegare semplicemente lo scambiatore ausiliario di calore 66 al posto dello scambia-



tore di calore 54 quando il fluido di iniezione nella sezione di combustione non è riscaldato, come descritto in precedenza, lo scambiatore di calore ausiliario 66 può anche essere impiegato unitamente lo scambiatore di calore 54 per controllare la temperatura del fluido intermedio 57 e, pertanto, la temperatura dell'aria di raffreddamento 31 inviata nuovamente alla turbina. Ciò può essere ottenuto modulando le valvole 67 del sistema di tubazione in modo tale da collegare lo scambiatore di calore 66 ausiliario almeno parzialmente in serie con lo scambiatore di calore 54 e far sì che una porzione controllata del fluido intermedio 57 scorra attraverso lo scambiatore di calore ausiliario 66, come pure attraverso lo scambiatore di calore 54. Come è ben noto nella tecnica di controllo di flusso di fluido, si potrebbe impiegare un sensore 82 per rivelare la temperatura dell'aria di raffreddamento 31 refrigerata, com'è mostrato in figura 2. Il segnale da sensore 82 è trasmesso ad un elemento di controllo 81 che modula le valvole 67 in modo tale da mantenere la temperatura dell'aria di raffreddamento 31 entro l'intervallo predeterminato.

La figura 3 mostra un'altra forma di realizzazione dell'invenzione in cui un tubo di calore 71 forma gli scambiatori di calore sia per l'aria di raffreddamento che per il combustibile. Com'è mostrato in figura 4, il tubo di calore 71 è composto da un condotto 72 avente il divisorio 73 che divide la sua area di flusso in condotti superiore 79 ed inferiore 80. L'aria di raffreddamento 29 scorre attraverso il passaggio inferiore 80 ed il combustibile gassoso 56 scorre attraverso il passaggio superiore 79. Una pluralità di tubi 74 trasferimento di calore dotati di alette sono disposti entro il condotto 72 e si estendono sia attraverso il passaggio su-



periore che quello inferiore. I tubi 74 contengono un fluido come ad esempio acqua che circola entro ciascun tubo mediante circolazione naturale. Specificatamente, l'aria di raffreddamento calda 29 è raffreddata cedendo calore al fluido nella posizione di ciascun tubo 74 nel passaggio inferiore 80, facendo così evaporare il fluido. Il vapore s'innalza lungo i tubi entro il passaggio superiore 79 dove cede calore al combustibile gassoso freddo 56, scaldando in tal modo il combustibile e facendo condensare il vapore. La condensa quindi gocciola di nuovo verso la porzione di ciascun tubo 74 nel passaggio inferiore 80 ed il ciclo viene ripetuto. L'utilizzo di un tale procedimento di circolazione passivo, in opposizione alla circolazione positiva fornita dalla pompa 63 mostrata in figure 1 e 2, fornisce un'aggiuntiva affidabilità per l'apparecchiatura di trasferimento di calore.

La figura 3 mostra un altro modo, in aggiunta allo scambiatore di calore ausiliario 66 mostrato in figura 2, di raffreddare l'aria di raffreddamento 29 se il fluido che deve essere iniettato nella sezione di combustione non deve essere riscaldato. Specificatamente, l'aria di raffreddamento 29 viene fatta scorrere attraverso uno scambiatore di calore secondario 61 ad aria di raffreddamento, che può essere del tipo alettaventola discussa precedentemente, e che è collegato in parallelo con lo scambiatore di calore primario ad aria di raffreddamento. Una ventola 58 fa sì che aria ambientale 59 scorra attraverso lo scambiatore di calore secondario 61, consentendo così all'aria ambientale di assorbire calore direttamente dall'aria di raffreddamento 29. Tale approccio è applicabile anche alle forme di realizzazione mostrate in figura 1 e 2.



Sebbene la presente invenzione sia stata descritta con riferimento a scambiatori di calore del tipo a "involucro e tubo" e "tubo di calore", si possono impiegare anche altri tipi di scambiatori di calore, come ad esempio scambiatori di calore a spirale. Inoltre, la presente invenzione può essere realizzata in altre forme specifiche senza spostarsi dallo spirito o dai suoi attributi essenziali e, di conseguenza, si dovrebbe fare riferimento alle rivendicazioni accluse piuttosto che alla descrizione precedente, per quanto riguarda l'ambito protettivo dell'invenzione.

* * * * *



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

1. Sistema a turbina di combustione comprendente una sezione di compressore in cui aria viene compressa per fornire aria compressa, una sezione di combustione che è collegata a detta sezione di compressore in modo tale da ricevere aria compressa da esso ed in cui il combustibile è misciato con l'aria compressa e bruciato per generare gas compresso caldo e una sezione di turbina in cui il gas compresso caldo viene espanso per generare energia, detto sistema comprendente inoltre mezzi di conduttura in comunicazione con detta sezione di compressore e detta sezione di turbina per deviare una porzione di detta aria compressa a detta sezione di turbina per raffreddare i componenti di turbina in essa, mezzi di trasferimento di calore collegati in modo tale da ricevere detta porzione deviata di detta aria compressa da detta sezione di compressore e mezzi di alimentazione di fluido collegati a detti mezzi di trasferimento di calore e detta sezione di combustione per l'iniezione entro l'aria compressa in detta sezione di combustione, detto fluido essendo in relazione di scambio di calore in detti mezzi di trasferimento di calore con detta aria compressa in modo tale da trasferire calore da detta aria compressa a detto fluido prima che esso entri in detta sezione di combustione.

2. Sistema a turbina di combustione secondo la rivendicazione 1, in cui detti mezzi di trasferimento di calore sono uno scambiatore di calore per ricevere l'aria compressa deviata e detto fluido in modo tale da fornire scambio di calore diretto fra detta aria compressa deviata a detto fluido per trasferire direttamente calore da detta aria deviata a detto fluido.

3. Sistema a turbina di combustione secondo la rivendicazione 1, in cui detti mezzi di trasferimento di calore comprendono due scambiatori di calore, uno collegato pe ricevere detta aria deviata da detta sezione di turbina e l'altro collegato ad un'alimentazione di fluido per detta sezione di combustione, detti due scambiatori di calore essendo in comunicazione mediante un circuito intermedio di trasferimento di calore che comprende un fluido di trasferimento di calore che riceve il calore da detta aria compressa deviata in detto uno scambiatore di calore e che lo trasferisce al fluido in detto secondo altro scambiatore di calore.

4. Sistema di turbina di combustione secondo la rivendicazione 3, in cui detto circuito intermedio di trasferimento di calore è mantenuto ad una pressione inferiore alla pressione o dell'aria compressa deviata dalla sezione del compressore o del fluido alimentato alla sezione di combustione.

5. Sistema a turbina di combustione secondo la rivendicazione 1, in cui detto fluido è acqua che, dopo essere stata riscaldata in detti mezzi di trasferimento di calore, viene iniettata nell'aria compressa in detta sezione di combustione.

6. Sistema a turbina di combustione secondo la rivendicazione 1, in cui detto fluido è combustibile che, dopo essere stato riscaldato in detti mezzi di trasferimento di calore, è iniettato entro l'aria compressa in detta sezione di combustione.

Il Mandatario:

-Dr. Ing. Guido MODIANO-





PD 93 A 000034

TAV. I

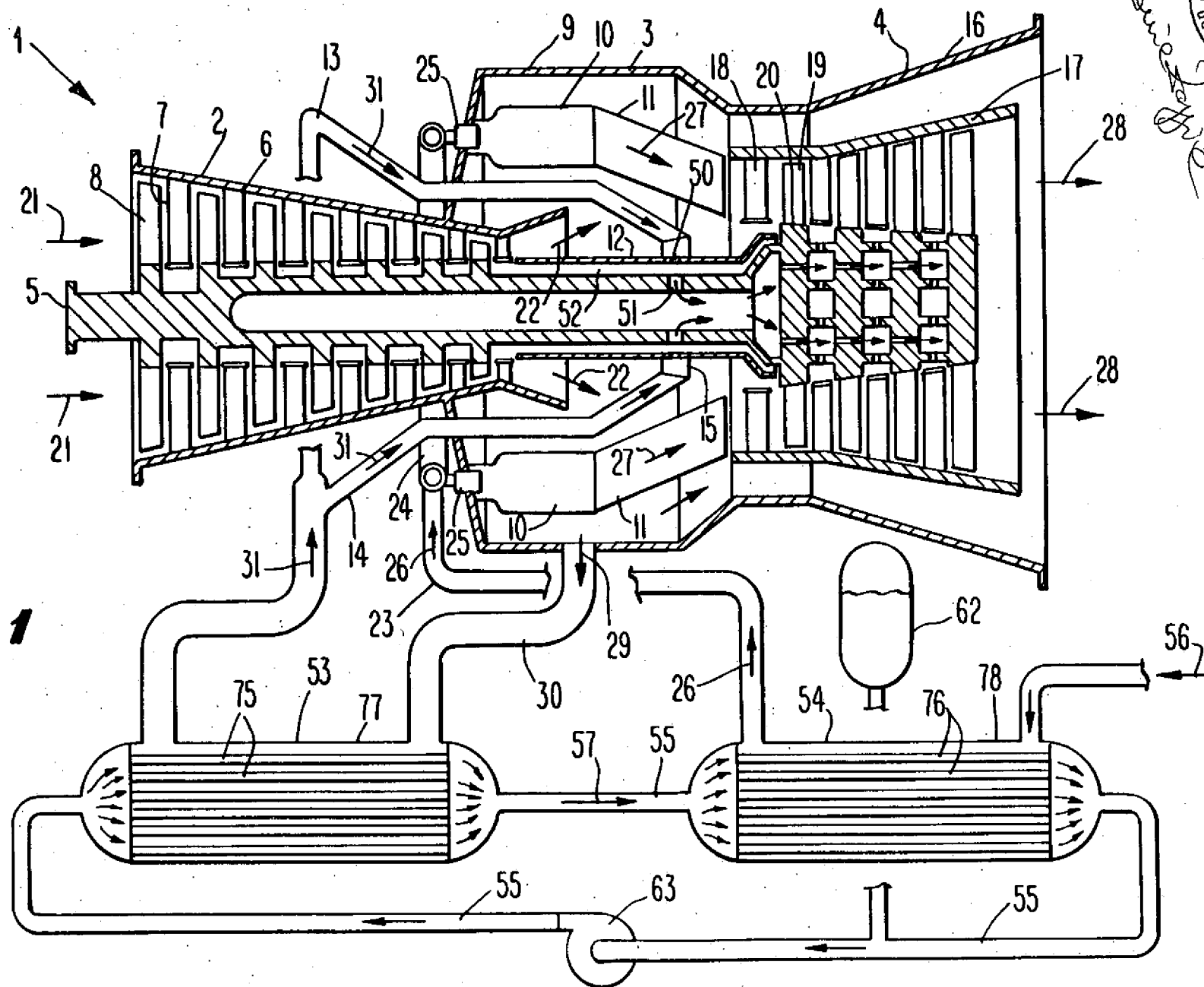


Fig. 1

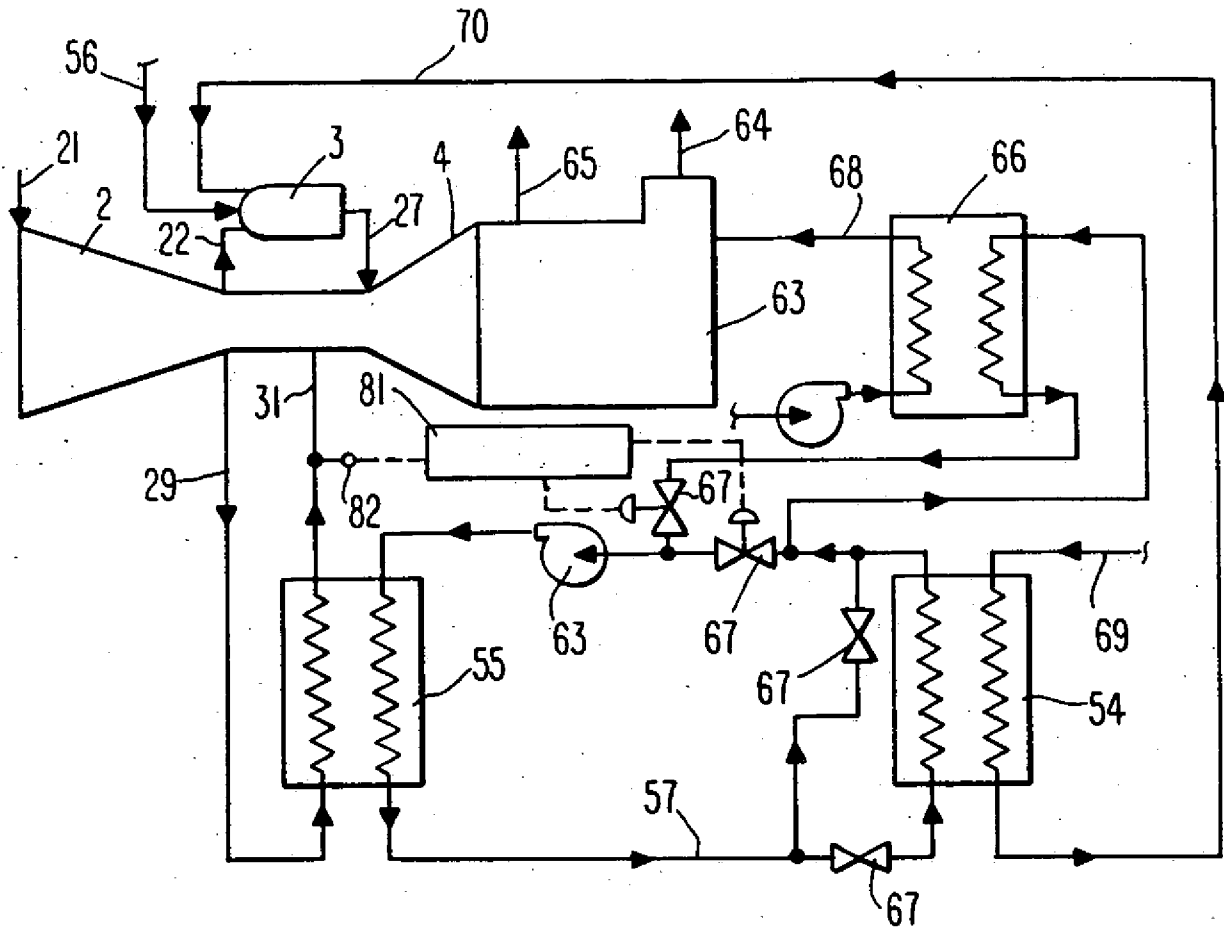


Fig. 2

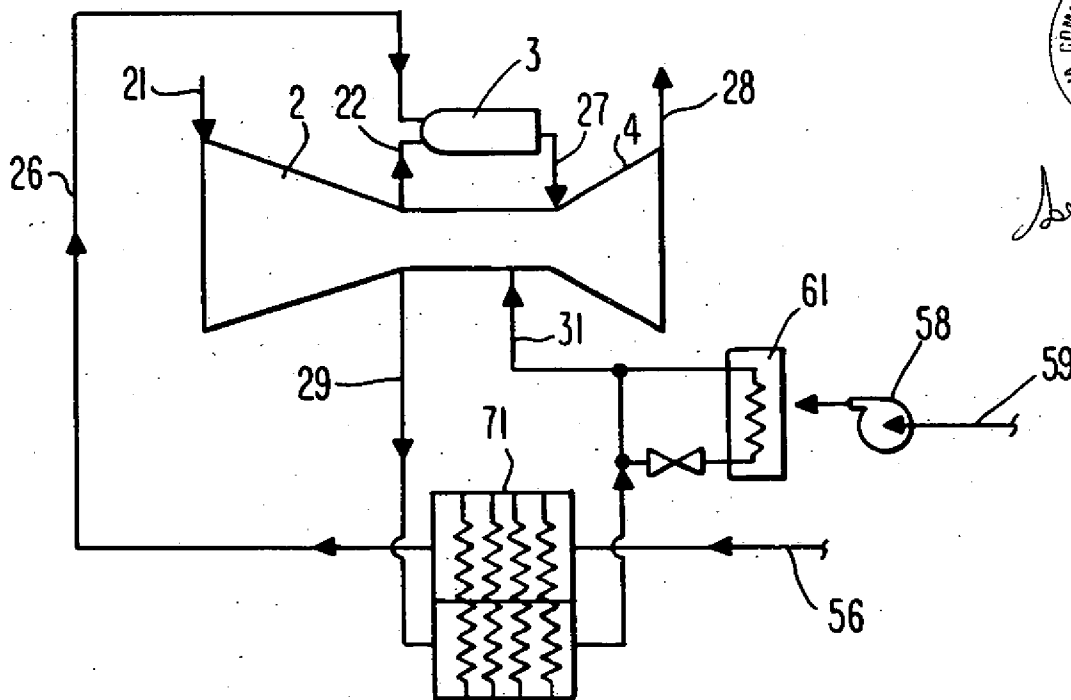


Fig. 3



Luigi Zappalà

[Signature]

PD 93 A 000034

TAV. III



Luigi Zappalà

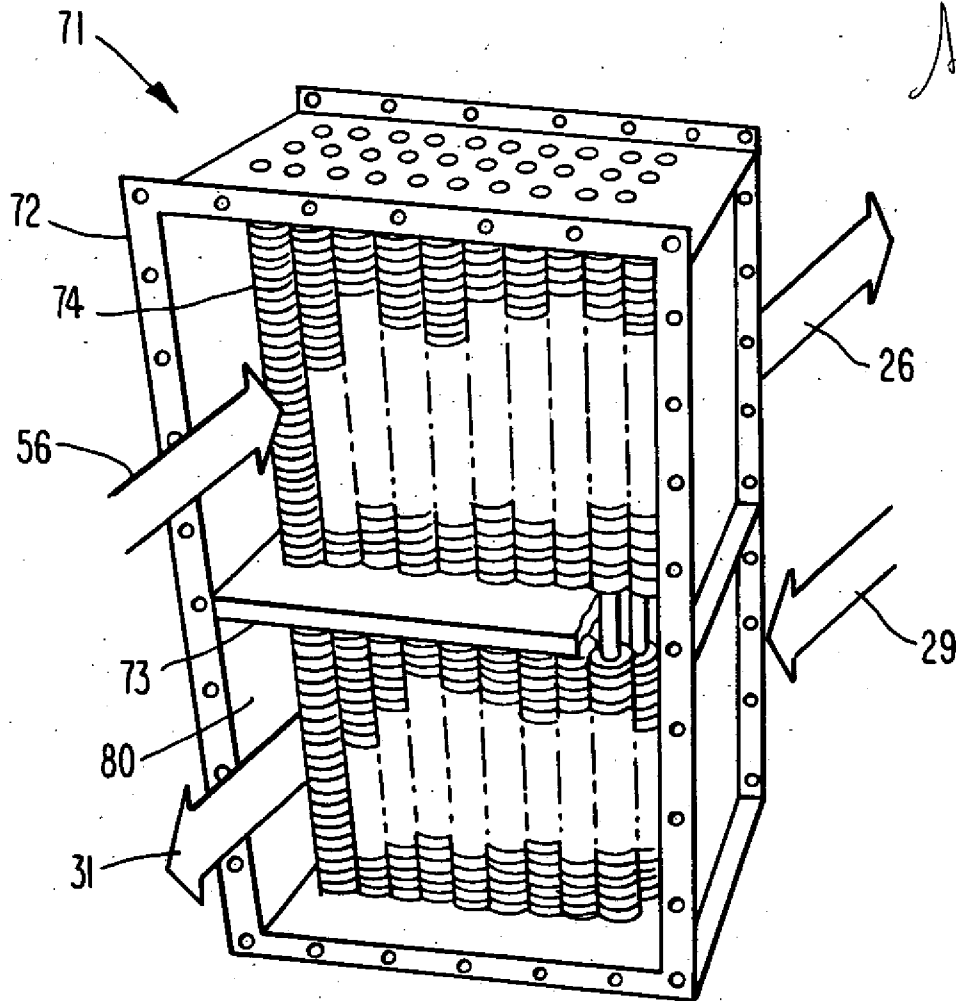


Fig. 4

[Signature]