ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902050457A1

Publication Date

20131115

Applicant

ANSALDO ENERGIA S.P.A.

Title

IMPIANTO A CICLO COMBINATO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA E METODO PER OPERARE TALE IMPIANTO.

Front page automatically generated by WIPO

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"IMPIANTO A CICLO COMBINATO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA E METODO PER OPERARE TALE IMPIANTO"

di ANSALDO ENERGIA S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede: VIA NICOLA LORENZI, 8 - GENOVA (GE)

Inventore: PRATICÒ Ferdinando

*** ***** ***

La presente invenzione è relativa ad un impianto a ciclo combinato per la produzione di energia e ad un metodo per operare tale impianto.

In particolare, la presente invenzione è relativa ad un impianto per la produzione di energia elettrica o per la produzione di energia elettrica e termica.

Generalmente, un impianto a ciclo combinato per la produzione di energia comprende un'unità di turbina a gas, una caldaia alimentata con gas di scarico provenienti dall'unità di turbina a gas e configurata per generare vapore da alimentare ad una unità funzionale, ad esempio una unità di turbina a vapore. La caldaia comprende almeno un primo evaporatore ad un primo livello di pressione ed almeno un secondo evaporatore ad un secondo livello di pressione inferiore al primo livello di pressione.

Gli impianti di tipo noto sono spesso provvisti di un

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

circuito di prelievo configurato per prelevare acqua contaminata dal primo evaporatore e/o dal secondo evaporatore per controllare il contenuto di sali nell'acqua presente negli evaporatori.

La quantità di acqua contaminata prelevata da ciascun evaporatore per essere analizzata (al massimo pari al 5% della portata di acqua che alimenta il rispettivo evaporatore) viene poi inviata ad un recipiente a rapida evaporazione, anche detto "flash tank", termine che verrà utilizzato nel seguito. La flash tank è configurata per generare vapore e per ridurre a pressione atmosferica l'acqua. Il vapore generato viene rilasciato in atmosfera attraverso un silenziatore, mentre la porzione liquida rimasta nella flash tank viene drenata, raffreddata ed infine scaricata in un pozzo nero.

Negli impianti di questo tipo, quindi, l'energia termica associata all'acqua prelevata dagli evaporatori viene dissipata.

È pertanto uno scopo della presente invenzione quello di realizzare un impianto a ciclo combinato per la produzione di energia che sia privo degli inconvenienti qui evidenziati dell'arte nota; in particolare, è uno scopo del trovato quello di realizzare un impianto a ciclo combinato per la produzione di energia caratterizzato da prestazioni migliori rispetto alle prestazioni degli impianti dell'arte

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

nota.

In particolare, è uno scopo della presente invenzione quello di aumentare l'efficienza dell'impianto aumentando la potenza erogata a parità di consumi.

In accordo con tali scopi la presente invenzione è relativa ad un impianto a ciclo combinato per la produzione di energia in accordo alla rivendicazione 1.

È un ulteriore scopo della presente invenzione quello di fornire un metodo per operare un impianto a ciclo combinato per la produzione di energia che sia in grado di aumentare l'efficienza dell'impianto aumentando la potenza erogata a parità di consumi.

In accordo con tali scopi, la presente invenzione è relativa ad un metodo per operare un impianto a ciclo combinato per la produzione di energia in accordo alla rivendicazione 12.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi della presente invenzione appariranno chiari dalla descrizione che segue di un suo esempio non limitativo di attuazione, con riferimento alle figure dei disegni annessi, in cui:

- la figura 1 è una rappresentazione schematica dell'impianto a ciclo combinato per la produzione di energia secondo la presente invenzione;
- la figura 2 è una rappresentazione schematica dell'impianto a ciclo combinato in accordo ad una seconda

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

forma di realizzazione.

In figura 1 è indicato con il numero di riferimento 1 un impianto a ciclo combinato per la produzione di energia.

L'impianto 1 illustrato in figura 1 è preferibilmente configurato per produrre solo energia elettrica.

Una variante non illustrata prevede che l'impianto 1 sia configurato per la produzione di energia elettrica e/o energia termica, utile ad esempio nelle applicazioni per il teleriscaldamento.

L'impianto 1 comprende un'unità di turbina a gas 2, un'unità funzionale 3, una caldaia 4, un gruppo condensatore 5, e un circuito di prelievo 6.

L'unità di turbina a gas 2 è il primo motore dell'impianto a ciclo combinato 1 e può essere alimentata con qualunque combustibile.

L'unità di turbina a gas 2 è collegata ad un generatore 9 e comprende un compressore, una camera di combustione e una turbina a gas (non illustrati nelle figure allegate). La turbina a gas aziona il generatore 9 per generare energia elettrica disponibile.

L'unità funzionale 3 è configurato per sfruttare il vapore generato dalla caldaia 4. Ad esempio l'unità funzionale può essere un impianto chimico o un qualsiasi impianto in grado di sfruttare il vapore prodotto dalla caldaia 4.

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

Nell'esempio non limitativo qui descritto ed illustrato, l'unità funzionale 3 è una unità di turbina a vapore.

L'unità di turbina a vapore è accoppiata ad un rispettivo generatore 10 e comprende una turbina a vapore di alta pressione, una turbina a vapore di media pressione, una turbina a vapore di bassa pressione (non illustrate per semplicità nelle figure allegate).

La caldaia 4 recupera il calore residuo dei fumi della combustione generati dall'unità di turbina a gas 2 e produce vapore da alimentare all'unità funzionale 3.

In particolare, la caldaia 4 comprende una camera di passaggio fumi 13, in cui fluiscono i fumi di scarico dell'unità di turbina a gas 2, ed un circuito del vapore 14 (illustrato solo in parte nelle figure allegate per semplicità), alimentato con acqua demineralizzata.

Il circuito del vapore 14 si estende all'interno della camera di passaggio fumi 13, in modo tale da sfruttare il calore dei fumi caldi provenienti dall'unità di turbina a gas 2 per generare il vapore da alimentare all'unità di turbina a vapore 3.

In particolare, nell'esempio illustrato, il circuito del vapore 14 comprende una sezione di alta pressione 15, una sezione di media pressione 16 ed una sezione di bassa pressione 17.

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

La sezione di alta pressione 15 comprende una pluralità di banchi di scambio termico di alta pressione 19 (solo uno illustrato per semplicità nelle figure allegate), un evaporatore di alta pressione 20 ed un attemperatore (non illustrato per semplicità nelle figure allegate), il quale interviene qualora il vapore abbia temperature troppo elevate. L'evaporatore di alta pressione 22 è provvisto di un ingresso 22a ed uno scarico 22b. Nello scarico 22b confluisce acqua contaminata e ricca di sali.

Il vapore generato nella sezione di alta pressione 15 viene inviato alla turbina di alta pressione dell'unità funzionale 3.

La sezione di media pressione 16 comprende una pluralità di banchi di scambio termico di media pressione 23 (nelle figure allegate ne è illustrato solo uno per semplicità), un evaporatore di media pressione 24 ed un attemperatore (non illustrato per semplicità nelle figure allegate), il quale interviene qualora il vapore abbia temperature troppo elevate. L'evaporatore di media pressione 24 è provvisto di un ingresso 25a ed uno scarico 25b. Nello scarico 25b confluisce acqua contaminata e ricca di sali.

Il vapore generato nella sezione di media pressione 16 viene inviato alla turbina di media pressione dell'unità funzionale 3.

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

La sezione di bassa pressione 17 comprende una pluralità di banchi di scambio termico di bassa pressione 26 (nelle figure allegate ne è illustrato solo uno per semplicità), un evaporatore di bassa pressione 27. L'evaporatore di bassa pressione è provvisto di un ingresso 27a.

Il vapore generato nella sezione di bassa pressione 17 viene inviato alla turbina di bassa pressione dell'unità funzionale 3.

Le sezioni di bassa pressione 17, media pressione 16 ed alta pressione 15 sono inoltre collegate tra loro mediante condotti non illustrati per semplicità nelle figure allegate.

Il gruppo condensatore 5 è configurato per generare condensato a partire dal vapore proveniente dall'unità funzionale 3 e per alimentare il circuito del vapore 14 con acqua. Il gruppo condensatore 5 comprende un condensatore 28, un ramo di mandata 29, il quale collega il condensatore 28 alla caldaia 4 ed una pompa 30, configurata per estrarre il condensato dal condensatore 28. Il gruppo condensatore 5 è provvisto inoltre di un circuito di integrazione di acqua 31, il quale è configurato per integrare la quantità di acqua proveniente dal condensatore 28 con acqua demineralizzata. La quantità di acqua introdotta mediante il circuito di integrazione 31 è almeno pari alla quantità

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

di acqua dispersa mediante il circuito di prelievo 6, come vedremo in dettaglio più avanti.

Il circuito di prelievo 6 è configurato per prelevare acqua dall'evaporatore di alta pressione 20 e/o dall'evaporatore di media pressione 24 in modo da poter effettuare delle analisi della composizione dell'acqua che circola negli evaporatori stessi.

In particolare, il circuito di prelievo 6 è configurato per recuperare l'energia termica dell'acqua prelevata in modo da renderla riutilizzabile direttamente all'interno del circuito del vapore 14.

Il circuito di prelievo 6 (rappresentato con una linea tratto-punto) comprende un primo ramo di prelievo 32, un secondo ramo di prelievo 33, una flash tank 34, un condotto di scarico 35, uno scambiatore di calore 36, una flash tank 37 ed una valvola di regolazione 38.

Il primo ramo di prelievo 32 collega lo scarico 22b dell'evaporatore di alta pressione 20 con l'ingresso 25a dell'evaporatore di media pressione 24 ed è provvisto di una valvola di regolazione 39. Il primo ramo di prelievo è preferibilmente collegato ad un dispositivo analizzatore (no illustrato nelle figure allegate), configurato per analizzare la composizione dell'acqua che circola negli evaporatori stessi.

Preferibilmente, il primo ramo di prelievo 32 preleva

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

circa l'1% dell'acqua in circolo nell'evaporatore di alta pressione 20.

In condizioni di saturazione e alla pressione normale di funzionamento dell'evaporatore di alta pressione 20 (compresa tra 80 e 140 bar e preferibilmente pari a 126 bar), l'acqua contaminata prelevata dall'evaporatore di alta pressione 20 subisce una riduzione di pressione durante il passaggio attraverso la valvola di regolazione 39. La pressione dell'acqua contaminata viene, infatti, ridotta fino al valore di pressione presente nell'evaporatore di media pressione 24 (compresa tra 20 e 40 bar e preferibilmente pari a 33 bar).

Il salto di pressione subito dall'acqua contaminata durante il passaggio attraverso la valvola di regolazione 39 determina una rapida evaporazione dell'acqua contaminata. In altre parole, l'acqua contaminata subisce il cosiddetto processo di "flash" e si trasforma, in parte in vapore saturo secco alla pressione presente nell'evaporatore di media pressione 24, ed in parte in acqua satura alla pressione presente nell'evaporatore di media pressione 24.

La quantità di vapore che si genera durante il passaggio attraverso la valvola di regolazione 39 incrementa la portata di vapore che evolve nell'evaporatore di media pressione 24. In questo modo la potenza prodotta

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

dall'unità funzionale 3 aumenta a parità di consumi.

Il secondo ramo di prelievo 33 collega lo scarico 25b dell'evaporatore di media pressione 24 con l'ingresso 27a dell'evaporatore di bassa pressione 27 ed è provvisto di una valvola di regolazione 40.

Lungo il secondo ramo di prelievo 33 è disposta la flash tank 34. In particolare, la flash tank 34 è disposta a valle della valvola di regolazione 40.

Preferibilmente, il secondo ramo di prelievo 33 preleva circa l'1% dell'acqua in circolo nell'evaporatore di media pressione 24.

Il secondo ramo di prelievo è preferibilmente collegato ad un dispositivo analizzatore (non illustrato nelle figure allegate), configurato per analizzare la composizione dell'acqua che circola negli evaporatori stessi.

In condizioni di saturazione e alla pressione normale di funzionamento dell'evaporatore di media pressione 24 (compresa tra 20 bar e 40 bar e preferibilmente pari a 33 bar), l'acqua contaminata prelevata dall'evaporatore di media pressione 24 subisce una riduzione di pressione durante il passaggio attraverso la valvola di regolazione 40. La pressione dell'acqua contaminata viene, infatti, ridotta fino al valore di pressione presente nella flash tank 34, la quale è in collegamento ed in equilibrio di

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

pressione con l'evaporatore di bassa pressione 27 (avente pressione di circa 6 bar).

Pertanto, l'acqua contaminata passa da una pressione di circa 33 bar ad una pressione di circa 6 bar durante il passaggio attraverso la valvola 40.

Il salto di pressione subito dall'acqua contaminata durante il passaggio attraverso la valvola di regolazione 40 determina una rapida evaporazione dell'acqua contaminata. In altre parole, l'acqua contaminata subisce il cosiddetto processo di "flash" e si trasforma, in parte in vapore saturo secco alla pressione presente nella flash tank 34 (pari alla pressione nell'evaporatore di bassa pressione 27), ed in parte in acqua satura alla pressione presente nella flash tank 34 (pari alla pressione nell'evaporatore di bassa pressione 27).

La quantità di vapore che si genera durante il passaggio attraverso la valvola di regolazione 40 incrementa pertanto la portata di vapore che evolve nell'evaporatore di bassa pressione 27 con evidenti vantaggi. Nell'esempio qui descritto ed illustrato, l'incremento della portata di vapore che evolve nell'evaporatore di bassa pressione determina un incremento della potenza prodotta dalla turbina a vapore a parità di consumi.

La parte di acqua satura che viene raccolta dalla

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

flash tank 34 viene convogliata nel condotto di scarico 35, il quale collega la flash tank 34 pressurizzata ad un pozzo nero 51.

Lungo il condotto di scarico sono disposti in sequenza la valvola di regolazione 38, la flash tank 37 e lo scambiatore di calore 36.

La flash tank 37 è in collegamento con l'ambiente esterno e si trova, pertanto, ad una pressione pari alla pressione atmosferica.

In condizioni di saturazione e alla pressione normale di funzionamento dell'evaporatore di bassa pressione 27, l'acqua satura avente la pressione presente nella flash tank 34 (pari alla pressione nell'evaporatore di bassa pressione 27) subisce una riduzione di pressione durante il passaggio attraverso la valvola di regolazione 38. La pressione dell'acqua contaminata viene, infatti, ridotta fino al valore di pressione atmosferica presente nella flash tank 37, la quale è in collegamento ed in equilibrio con l'atmosfera esterna.

Pertanto, l'acqua contaminata passa da una pressione di circa 6 bar ad una pressione di circa 1 bar durante il passaggio attraverso la valvola 38.

Il salto di pressione subito dall'acqua contaminata durante il passaggio attraverso la valvola di regolazione 38 determina una rapida evaporazione dell'acqua

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

contaminata. In altre parole, l'acqua contaminata subisce il cosiddetto processo di "flash" e si trasforma, in parte in vapore saturo secco alla pressione presente nella flash tank 37 (pari alla pressione atmosferica), ed in parte in acqua satura alla pressione presente nella flash tank 37 (pari alla pressione atmosferica).

La quantità di vapore che si genera durante il passaggio attraverso la valvola di regolazione 38 viene scaricata all'atmosfera.

Lo scambiatore di calore 36 è configurato per raffreddare l'acqua satura raccolta dalla flash tank 37 prima di scaricarla nel pozzo nero 51 nel rispetto delle normative vigenti relative alle emissioni idriche.

La quantità di acqua persa attraverso lo scarico nel pozzo nero 51 dovrà poi essere reintegrata al condensatore 28 con acqua demineralizzata mediante il circuito di integrazione acqua 31 prima descritto.

Una variante non illustrata della presente invenzione prevede che il circuito di prelievo sia configurato non solo per recuperare l'energia termica dell'acqua prelevata ma anche per recuperare l'acqua prelevata ed alimentarla ad un dispositivo depuratore. Il dispositivo depuratore è configurato per depurare l'acqua contaminata in modo da renderla riutilizzabile all'interno del circuito del vapore. In questo modo la presenza del circuito di

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

integrazione acqua 31 è superflua e viene ottenuto un notevole risparmio in termini di consumo di acqua demineralizzata.

In figura 2 è illustrato un impianto 50 secondo una seconda forma di realizzazione della presente invenzione, in cui sono utilizzati gli stessi numeri di riferimento della figura 1 per indicare parti simili delle due forme di realizzazione.

In sostanza, l'impianto 50 secondo la seconda forma di realizzazione comprende un circuito di prelievo 60 avente una diversa configurazione rispetto al circuito di prelievo 6 dell'impianto 1 delle figura 1.

Analogamente al circuito di prelievo 6, il circuito di prelievo 60 è configurato per recuperare l'energia termica dell'acqua prelevata.

Il circuito di prelievo 60 (rappresentato in figura 2 con una linea tratto-punto) comprende un primo ramo di prelievo 62, un secondo ramo di prelievo 63, un collettore 64, un ramo di collegamento 65, una flash tank 66, un condotto di scarico 67, una valvola di regolazione 68, una flash tank 69, uno scambiatore di calore 70 ed un pozzo nero 73.

Il primo ramo di prelievo 62 collega lo scarico 22b dell'evaporatore di alta pressione 20 con il collettore 64 ed è provvisto di una valvola di regolazione 71.

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

Il secondo ramo di prelievo 62 collega lo scarico 25b dell'evaporatore di media pressione 24 con il collettore 64 ed è provvisto di una valvola di regolazione 72.

Il primo ramo di prelievo 62 è collegato ad un rispettivo dispositivo analizzatore (non illustrato nelle figure allegate), configurato per analizzare la composizione dell'acqua che circola negli evaporatori stessi.

Il secondo ramo di prelievo 63 è collegato ad un rispettivo dispositivo analizzatore (non illustrato nelle figure allegate), configurato per analizzare la composizione dell'acqua che circola negli evaporatori stessi.

Il collettore 64 è collegato all'ingresso 27° dell'evaporatore di bassa pressione 27 attraverso il condotto di collegamento 65, lungo il quale è disposta la flash tank 66.

Preferibilmente, il primo ramo di prelievo 62 ed il secondo ramo di prelievo 63 prelevano circa l'1% dell'acqua in circolo rispettivamente nell'evaporatore di alta pressione 20 e nell'evaporatore di media pressione 24.

L'acqua contaminata prelevata dall'evaporatore di alta pressione 20 e dall'evaporatore di media pressione 24 subisce una riduzione di pressione durante il passaggio rispettivamente nelle valvole di regolazione 71 e 72,

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

analogamente a quanto descritto per le valvole 39 e 40 della prima forma di realizzazione.

La pressione sul collettore 64 è, infatti, pari alla pressione della flash tank 66, il quale è a sua volta in equilibrio di pressione con l'evaporatore di bassa pressione 27 (avente pressioni di circa 6 bar).

In sostanza, l'acqua contaminata subisce il cosiddetto processo di "flash" e si trasforma, in parte in vapore saturo secco alla pressione presente nella flash tank 66 (pari alla pressione nell'evaporatore di bassa pressione 27), ed in parte in acqua satura alla pressione presente nella flash tank 66 (pari alla pressione nel corpo cilindrico dell'evaporatore di bassa pressione 27).

Il vapore così generato viene alimentato direttamente alla caldaia 4 e incrementa la portata di vapore che evolve nell'evaporatore di bassa pressione 27. In questo modo la potenza prodotta dall'unità di turbina a vapore 3 aumenta a parità di consumi.

La parte di acqua satura che viene raccolta dalla flash tank 66 viene convogliata nel condotto di scarico 67, il quale collega la flash tank 66 al pozzo nero 73.

Lungo il condotto di scarico 67 sono disposti rispettivamente la valvola di regolazione 68, la flash tank 69 e lo scambiatore di calore 70.

La flash tank 69 è in collegamento con l'ambiente

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

esterno e si trova, pertanto, ad una pressione pari alla pressione atmosferica.

In condizioni di saturazione e alla pressione normale di funzionamento dell'evaporatore di bassa pressione 27, l'acqua satura avente la pressione presente nella flash tank 66 (pari alla pressione nell'evaporatore di bassa pressione 27) subisce una riduzione di pressione durante il passaggio attraverso la valvola di regolazione 68. La pressione dell'acqua contaminata viene, infatti, ridotta fino al valore di pressione atmosferica presente nella flash tank 69, la quale è in collegamento ed in equilibrio con l'atmosfera esterna.

Pertanto, l'acqua contaminata passa da una pressione di circa 6 bar ad una pressione di circa 1 bar durante il passaggio attraverso la valvola 68.

Il salto di pressione subito dall'acqua contaminata durante il passaggio attraverso la valvola di regolazione 68 determina una rapida evaporazione dell'acqua contaminata. In altre parole, l'acqua contaminata subisce il cosiddetto processo di "flash" e si trasforma, in parte in vapore saturo secco alla pressione presente nella flash tank 69 (pari alla pressione atmosferica), ed in parte in acqua satura alla pressione presente nella flash tank 69 (pari alla pressione atmosferica).

La quantità di vapore che si genera durante il

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

passaggio attraverso la valvola di regolazione 68 viene scaricata all'atmosfera.

Lo scambiatore di calore 70 è configurato per raffreddare l'acqua satura raccolta dalla flash tank 69 prima di scaricarla nel pozzo nero 73 nel rispetto delle normative vigenti relative alle emissioni idriche.

La quantità di acqua persa attraverso lo scarico nel pozzo nero 73 dovrà poi essere reintegrata al condensatore 28 con acqua demineralizzata mediante il circuito di integrazione acqua 31 prima descritto.

Una variante non illustrata della presente invenzione prevede che il circuito di prelievo sia configurato non solo per recuperare l'energia termica dell'acqua prelevata ma anche per recuperare l'acqua prelevata ed alimentarla, almeno in parte, ad un dispositivo depuratore. Il dispositivo depuratore è configurato per depurare l'acqua contaminata in modo da renderla riutilizzabile all'interno del circuito del vapore. In questo modo la presenza del circuito di integrazione acqua 31 è superflua e viene ottenuto un notevole risparmio in termini di consumo di acqua demineralizzata.

Vantaggiosamente, l'impianto 1 e 50 secondo la presente invenzione è caratterizzato da un'efficienza incrementata rispetto agli impianti di tipo noto.

Nell'impianto 1 50 secondo la presente invenzione,

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

invece, il circuito di prelievo 6 e 60 è configurato in modo da recuperare l'energia termica dell'acqua contaminata prelevata dagli evaporatori della caldaia. Oltretutto, è prevista una variante in cui l'acqua contaminata prelevata dagli evaporatori della caldaia viene successivamente depurata e resa nuovamente riutilizzabile per alimentare la caldaia.

L'impianto 1, 50 secondo la presente invenzione è, infatti, configurato in modo da recuperare parte del calore sottratto agli evaporatori della caldaia per il controllo del contenuto dei sali. Il recupero del calore avviene trasformando l'acqua prelevata in vapore, che verrà alimentato alla turbina a vapore per determinare un incremento di potenza elettrica.

Secondo una variante un successivo trattamento dell'acqua contaminata permette di recuperare sostanzialmente tutta l'acqua che verrebbe scaricata nei pozzi neri.

Dai calcoli effettuati dalla richiedente, emerge che, per un valore di spurgo continuo medio di circa l'1% e per impianti da 400 MW, l'aumento di potenza elettrica producibile dall'impianto 1, 50 secondo la presente invenzione è di circa 150 kW con una riduzione di circa 3 kJ/kWh del consumo specifico.

Questo comporta, un sensibile aumento dei ricavi annui

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

del gestore dell'impianto, quantificabili in decine di milioni di euro.

Oltretutto, l'impianto di integrazione acqua 31 configurato per alimentare acqua demineralizzata alla caldaia potrà essere ridotto in dimensioni grazie al fatto che, durante il normale esercizio dell'impianto, la portata di acqua da alimentare alla caldaia subisce una riduzione dell'80%.

Un ulteriore vantaggio del trovato è quello di essere applicabile a impianti a ciclo combinato, dotati di diverse tipologie di caldaia a recupero. Ad esempio, il trovato è applicabile a caldaie con ciclo di tipo SH (Super-Heat) o con ciclo tipo RH (Re-Heat), oppure a cicli termici dotati di un qualunque sistema di raffreddamento (condensatore ad acqua raffreddato in ciclo aperto o in ciclo chiuso su torri, condensatore ad aria, condensatore di tipo Heller, etc) o anche prive di un sistema di raffreddamento (come ad esempio negli impianti per la produzione di energia elettrica collegati ad impianti di dissalazione per la produzione di acqua potabile da acqua marina).

Il trovato è inoltre applicabile su impianti a ciclo combinato dotati di una caldaia a recupero avente un qualunque numero di evaporatori o anche dotati di una caldaia a recupero con e senza post-bruciatori.

Il trovato è, inoltre, applicabile anche a impianti a

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

ciclo combinato in cui l'unità di turbina a vapore ed il relativo sistema di condensazione non sono presenti. In tal caso il vapore prodotto viene inviato all'esterno per usi industriali e deve essere totalmente reintegrato sotto forma di acqua.

Un'altro vantaggio del trovato è quello di essere applicabile a impianti a ciclo combinato alimentabili con qualsiasi tipo di combustibile.

Risulta infine evidente che all'impianto e al metodo qui descritti possono essere apportate modifiche e varianti senza uscire dall'ambito delle rivendicazioni allegate.

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

RIVENDICAZIONI

1. Impianto (1; 50) a ciclo combinato per la produzione di energia comprendente:

- un'unità di turbina a gas (2);
- un'unità funzionale (3);
- una caldaia (4) alimentata con gas di scarico provenienti dall'unità di turbina a gas (2) e configurata per generare vapore da alimentare all'unità funzionale (3); la caldaia (4) comprendendo almeno un primo evaporatore (20) ad un primo livello di pressione ed almeno un secondo evaporatore (24) ad un secondo livello di pressione inferiore al primo livello di pressione;
- un circuito di prelievo (6; 60) configurato per prelevare acqua contaminata dal primo evaporatore (20) e/o dal secondo evaporatore (24); il circuito di prelievo (6; 60) essendo configurato per trasformare, almeno in parte, l'acqua prelevata dal primo evaporatore (20) e/o dal secondo evaporatore (24) in vapore ed vapore ed alimentare il vapore generato direttamente alla caldaia (4) per aumentare il vapore generato dalla caldaia (4).

2. Impianto secondo la rivendicazione 1, in cui il circuito di prelievo (6; 60) comprende mezzi di regolazione (39, 40; 71, 72) configurati per regolare la portata di acqua

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

contaminata prelevata da almeno il primo evaporatore (20) e/o il secondo evaporatore (24).

3. Impianto secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui il circuito di prelievo (6; 60) comprende un primo ramo di prelievo (32; 62) per prelevare acqua contaminata dal primo evaporatore (20) ed una prima valvola di regolazione (39; 71) disposta lungo il primo ramo di prelievo (32; 62).

4. Impianto secondo la rivendicazione 3, in cui il circuito di prelievo (6; 60) comprende un secondo ramo di prelievo (33; 63) per prelevare acqua contaminata dal secondo evaporatore (24) ed una seconda valvola di regolazione (40; 72) disposta lungo il secondo ramo di prelievo (33; 63).

5. Impianto secondo la rivendicazione 4, comprendente un terzo evaporatore (27) ad una terza pressione inferiore alla seconda pressione.

6. Impianto secondo la rivendicazione 5, in cui il primo ramo di prelievo (32) collega il primo evaporatore (20) al secondo evaporatore (20) e il secondo ramo di prelievo (33) collega il secondo evaporatore (24) al terzo evaporatore (27); il secondo ramo di prelievo (33) comprendendo una prima flash tank (34), disposta a valle della seconda valvola (40) e configurata per alimentare vapore al terzo evaporatore (27).

7. Impianto secondo la rivendicazione 5, in cui il

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

circuito di prelievo (60) comprende un collettore (64), il quale è collegato al primo ramo di prelievo (62) ed al secondo ramo di prelievo (63); il collettore (64) essendo connesso al terzo evaporatore (27) mediante un condotto di collegamento (65) provvisto di una prima flash tank (66) configurata per alimentare vapore al terzo evaporatore (27).

8. Impianto secondo la rivendicazione 6 o 7, in cui il circuito di prelievo (6; 60) comprende un condotto di scarico (35; 67), il quale collega la prima flash tank (34; 66) ad un pozzo nero (51; 73); il condotto di scarico (35; 67) comprendendo una seconda flash tank (37; 69).

9. Impianto secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, comprendente un dispositivo depuratore configurato per purificare l'acqua contaminata prelevata dal circuito di prelievo (6; 60) in modo tale da renderla riutilizzabile nell'impianto (1) a ciclo combinato.

10. Metodo per operare un impianto (1; 50) a ciclo combinato per la produzione di energia; l'impianto (1; 50) comprendendo:

- un'unità di turbina a gas (2);
- un'unità funzionale (3);
- una caldaia (4) alimentata con gas di scarico provenienti dall'unità di turbina a gas (2) e configurata per generare vapore da alimentare all'unità funzionale (3); la caldaia (4) comprendendo almeno un

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

primo evaporatore (20) ad un primo livello di pressione ed almeno un secondo evaporatore (24) ad un secondo livello di pressione inferiore al primo livello di pressione;

il metodo comprendendo le fasi di:

- prelevare acqua contaminata dal primo evaporatore (20) e/o dal secondo evaporatore (24) attraverso un circuito di prelievo (6; 60);
- trasformare, almeno in parte, l'acqua prelevata dal primo evaporatore (20) e/o dal secondo evaporatore (24) in vapore;
- alimentare il vapore generato direttamente alla caldaia (4) per aumentare il vapore generato dalla caldaia (4).

11. Metodo secondo la rivendicazione 10, in cui la fase di prelevare acqua comprende la fase di purificare l'acqua contaminata prelevata dal circuito di prelievo (6; 60) mediante un dispositivo depuratore.

p.i.: ANSALDO ENERGIA S.P.A.
Daniele CERNUZZI

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

TITLE: COMBINED CYCLE PLANT FOR ENERGY PRODUCTION AND METHOD FOR OPERATING SAID PLANT

CLAIMS

1. Combined cycle plant (1; 50) for energy production comprising:

- a gas turbine unit (2);
- an operating unit (3);
- a boiler (4) supplied with exhaust gas from the gas turbine unit (2) and configured to produce steam to be supplied to the operating unit (3); the boiler (4) comprising at least a first evaporator (20) at first pressure level and at least a second evaporator (24) at a second pressure level lower than the first pressure level;
- a draining circuit (6; 60) configured to drain tainted water from the first evaporator (20) and/or the second evaporator (24); the draining circuit (6; 60) being configured to convert, at least in part, the tainted water drained from the first evaporator (20) and/or the second evaporator (24) in steam and supply the produced steam directly to the boiler (4) in order to increase the steam produced by the boiler (4).

2. Plant according to Claim 1, wherein the draining circuit (6; 60) comprises regulating means (39, 40; 71, 72) configured to regulate the tainted water flow rate drained

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

from at least the first evaporator (20) and/or the second evaporator (24).

3. Plant according to anyone of the foregoing claims, wherein the draining circuit (6; 60) comprises a first draining branch (32; 62) for draining tainted water from the first evaporator (20) and a first regulating valve (39; 71) arranged along the first draining branch (32; 62).

4. Plant according to claim 3, wherein the draining circuit(6; 60) comprises a second draining branch (33; 63) for draining tainted water from the second evaporator (24) and a second regulating valve (40; 72) arranged along the second draining branch (33; 63).

5. Plant according to claim 4, comprising a third evaporator (27) at a third pressure lower than the second pressure.

6. Plant according to claim 5, wherein the first draining branch (32) connects the first evaporator (20) to the second evaporator (20) and the second draining branch (33) connects the second evaporator (24) to the third evaporator (27); the second draining branch (33) comprising a first flash tank (34), arranged downstream the second regulating valve (40) and configured to supply steam to the third evaporator (27)

7. Plant according to claim 5, wherein the draining circuit (60) comprises a common conduit (64), which is

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

connected to the first draining branch (62) and to the second draining branch (63); the common conduit (64) being connected to the third evaporator (27) by means of a connecting channel (65) provided with a first flash tank (66) configured to supply steam to the third evaporator (27).

8. Plant according to claims 6 or 7, wherein the draining circuit (6; 60) comprises an exhaust conduit (35; 67), which connects the first flash tank (34; 66) to a sump (51; 73); the exhaust conduit (35) comprising a second flash tank (37; 69).

9. Plant according to anyone of the foregoing claims, comprising a cleaning device configured to clean the tainted water drained by the draining circuit (6; 60) so as to make said tainted water reusable in the combined cycle plant (1).

10. Method for operating a combined cycle plant (1; 50) for energy production; the plant (1; 50) comprising:

- a gas turbine unit (2);
- an operating unit (3);
- a boiler supplied with exhaust gas from the gas turbine unit (2) and configured to produce steam to be supplied to the operating unit (3); the boiler (4) comprising at least a first evaporator (20) at first pressure level and at least a second evaporator (24)

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

at a second pressure level lower than the first pressure level;

the method comprising the steps of:

- draining tainted water from the first evaporator (20) and/or the second evaporator (24) by means of a draining circuit (6; 60);
- converting, at least in part, the tainted water drained from the first evaporator (20) and/or the second evaporator (24) in steam; and
- supplying the produced steam directly to the boiler (4) in order to increase the steam produced by the boiler (4).

11. Method according to claim 10, wherein the step of draining tainted water comprises the step of cleaning the tainted water drained by the draining circuit (6; 60) by means of a cleaning device.

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

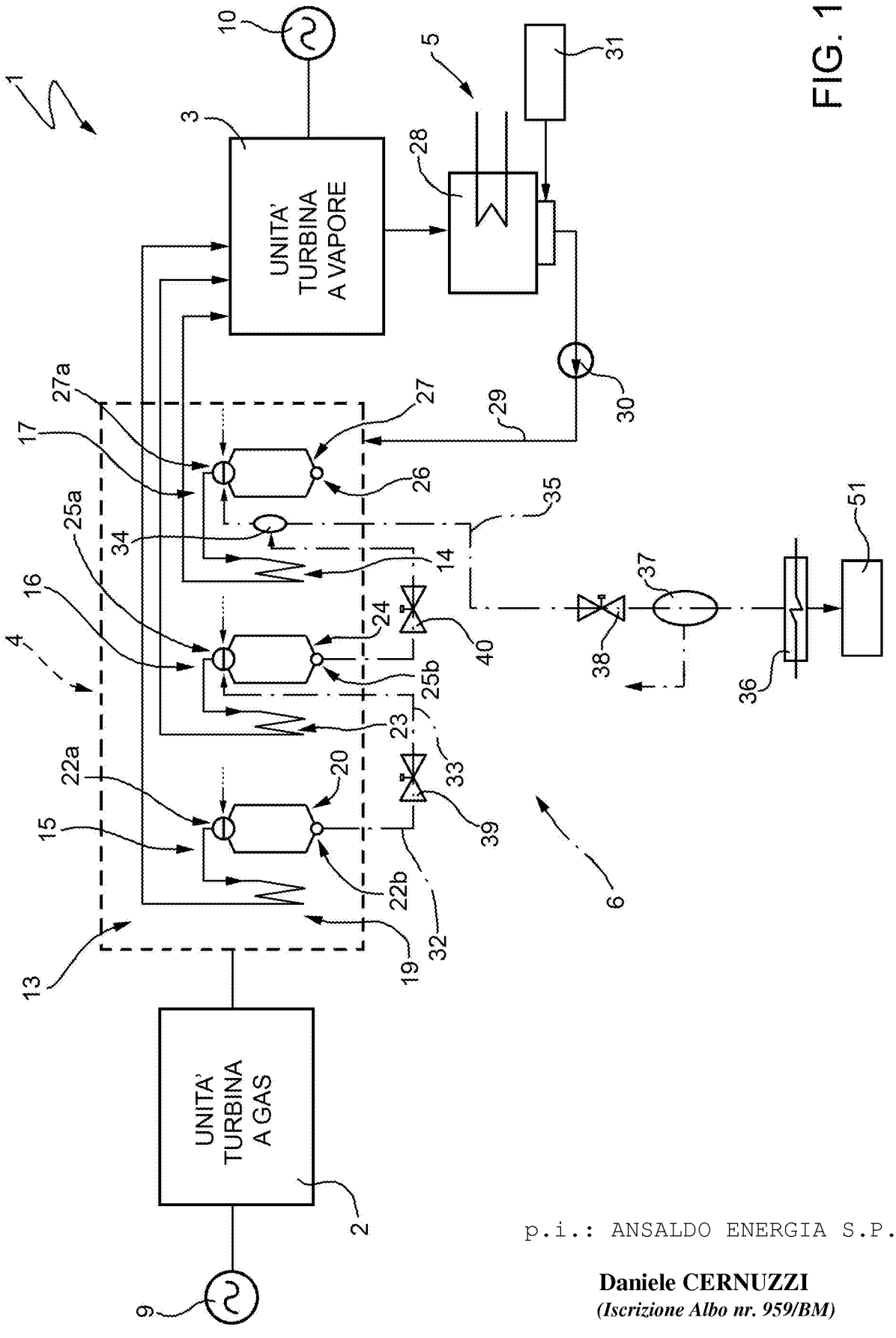


FIG. 1

p.i.: ANSALDO ENERGIA S.P.A.

Daniele CERNUZZI
(Iscrizione Albo nr. 959/BM)

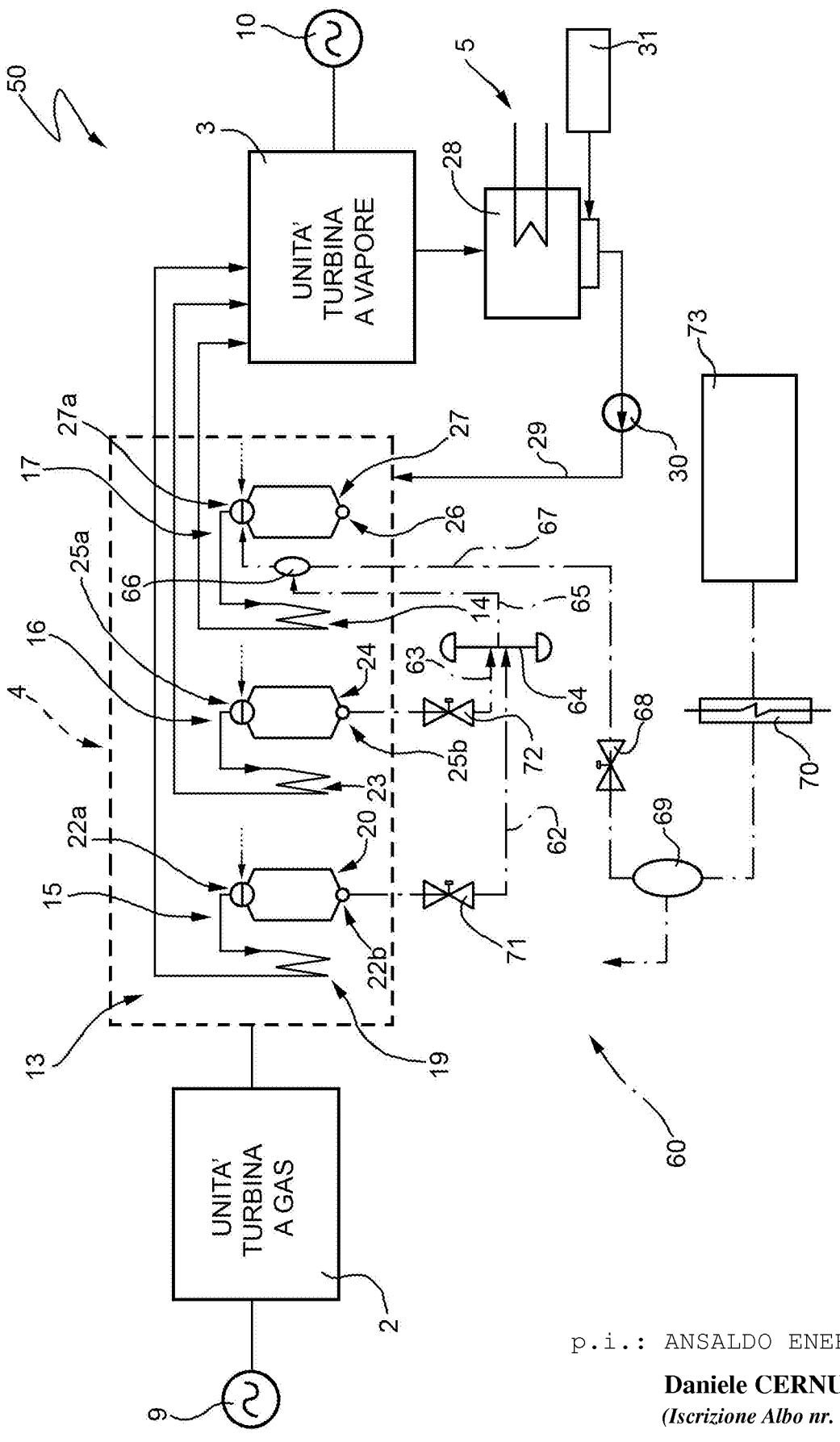


FIG. 2

p.i.: ANSALDO ENERGIA S.P.A.

Daniele CERNUZZI

(Iscrizione Albo nr. 959/BM)