



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	101999900751865
Data Deposito	14/04/1999
Data Pubblicazione	14/10/2000

Priorità	19829088.8
Nazione Priorità	DE
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	02	C		

Titolo

GENERATORE DI CORRENTE IN UNA CENTRALE ELETTRICA COMPOSITA CON UNA TURBINA A GAS E UNA A VAPORE.
--

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale

a nome: GHH BORSIG TURBOMASCHINEN GMBH

di nazionalità: tedesca

con sede in: OBERHAUSEN (GERMANIA)

14 APR. 1999

MI 99 A 000 769

L'invenzione riguarda una centrale elettrica composita con una turbina a gas con generatore e con generatori di vapore per una turbina a vapore a più stadi con generatore, in cui il gas di scarico della turbina a gas viene alimentato ad una prima caldaia a calore di recupero con superfici riscaldanti, per il preriscaldamento dell'acqua di alimentazione, la generazione di vapore e il surriscaldamento del vapore e i gas combusti vengono alimentati ad un impianto di conversione termico di una seconda caldaia a calore di recupero.

L'utilizzazione di calore di recupero a bassa temperatura dai gas combusti di processi di conversione termici per la generazione di corrente è stata impedita finora dalla scarsa efficienza economica degli impianti operanti in connessione.

Le temperature dei gas di scarico, relativamente basse e fortemente fluttuanti in dipendenza del processo, di queste sorgenti di calore di recupero consentivano finora soltanto il raggiungimento di bassi

parametri del vapore. Il rendimento elettrico della generazione di corrente in un generatore interagente con una turbina a vapore veniva stabilito da accorgimenti per la generazione di una temperatura adatta del vapore in pressione.

Da DE 195 23 062 A1 è nota una centrale elettrica composta con un gruppo di generazione a turbina a gas e un gruppo di generazione a vapore.

In questa centrale elettrica composta con un gruppo di generazione a turbina a gas e un gruppo di generazione a vapore, un impianto di turbina a vapore viene fatto operare con il vapore di un generatore di vapore dotato di un focolare e/o con il vapore di una caldaia a calore di ricupero attraversata dal gas di scarico della turbina a gas. Per un preriscaldamento regolabile dell'aria di combustione compressa dell'impianto a turbina a gas è previsto uno scambiatore di calore. Per far operare in modo particolarmente economico la centrale elettrica composta anche a carico parziale, lo scambiatore di calore per l'aria di combustione dell'impianto a turbina a gas è disposto nel canale dei gas combusti del generatore di vapore ed è eseguito come recuperatore, in cui il gas combusto viene condotto intorno ai tubi del recuperatore e l'aria di combustione viene condotta at-

traverso gli stessi. Il recuperatore è collegato attraverso una valvola a tre vie e un condotto ausiliario al condotto dell'aria di combustione che conduce dal compressore al bruciatore a gas dell'impianto di turbina a gas.

Dalla DE 197 34 862.9, finora non pubblicata, è nota una centrale elettrica termica con una turbina a gas e un generatore di vapore per una turbina a vapore a più stadi, in cui il gas di scarico della turbina a gas viene alimentato ad una caldaia a calore di recupero, che per l'accrescimento della produzione oraria massima di vapore ad alta pressione è dotata di un focolare ausiliario e la quale contiene uno scambiatore di calore che serve per la formazione di vapore. Per consentire in modo economico la generazione di vapore per una turbina a vapore a più stadi, in particolare anche in presenza di un carico fluttuante, è previsto che per la formazione di un vapore ad alta pressione siano predisposti tre stadi di surriscaldamento ad alta pressione con due refrigeratori ad iniezione e per la formazione di un vapore a media pressione (2D) siano previsti due stadi di surriscaldamento a media pressione con un raffreddamento ad iniezione. Gli stadi finali del surriscaldatore ad alta pressione e del surriscaldatore a media pressio-

ne sono disposti nello stesso tratto della caldaia a calore di ricupero, i loro tubi essendo disposti a pettine alternativamente l'uno accanto all'altro. Il primo stadio di surriscaldamento a media pressione si trova fra i due primi stadi di surriscaldamento ad alta pressione o dietro di essi. Un primo focolare utilizzando il gas di scarico della turbina a gas è disposto nella regione degli stadi finali dei surriscaldatori e un secondo focolare è disposto a monte del vaporizzatore ad alta pressione, mentre il primo focolare viene regolato in dipendenza della temperatura del vapore all'uscita del primo stadio del surriscaldatore a media pressione e il secondo focolare viene regolato in dipendenza della pressione dal carico sull'alta pressione.

Lo scopo dell'invenzione consiste nell'eseguire la generazione del vapore in una centrale elettrica composta con una turbina a gas e una a vapore in cui venga utilizzato calore di ricupero a bassa temperatura dai gas combusti dei processi di conversione termici, per esempio gas di scarico di processo, da impianti di combustione di rifiuti e simili processi per la generazione di vapore e l'intero processo venga portato ad una miglior utilizzazione economica mediante sfruttamento del calore di ricupero dei gas

combusti.

Lo scopo viene raggiunto mediante le caratteristiche distintive della rivendicazione 1, mentre le rivendicazioni dipendenti rappresentano un vantaggioso sviluppo dell'invenzione.

Secondo l'invenzione, il calore di ricupero a bassa temperatura proveniente da gas combusti di processi di conversione termici, per esempio per la produzione di cemento e carbonato di calcio, per impianti di sinterizzazione di minerali di ferro, per la produzione di acciaio, per la combustione di rifiuti o simili, viene innanzitutto condotto ad una cosiddetta caldaia a calore di ricupero di processo, prima che i gas combusti giungano in uno stadio di depurazione e poi, depurati e raffreddati, nell'atmosfera.

Un intenso sfruttamento del calore nella caldaia a calore di ricupero di processo avviene mediante installazione di un vaporizzatore ad alta pressione e di un sistema di vaporizzatori a bassa pressione.

Per evitare una condensazione, entrambi i flussi di vapore vengono convogliati attraverso i tubi portanti dei rispettivi sistemi di vaporizzatori e surriscaldati. Questo vapore surriscaldato ad alta pressione attraverso un condotto di collegamento viene mescolato con il vapore generato nella caldaia a ca-

lore di ricupero sul lato gas di scarico della turbina a gas.

Entrambe le quantità di vapore vengono surriscaldate alla temperatura di vapore desiderata in almeno altrettanti surriscaldatori della caldaia a calore di ricupero della turbina a gas. Attraverso un condotto di collegamento, il vapore surriscaldato giunge nello stadio ad alta pressione della turbina a gas.

Il vapore a bassa pressione generato nella caldaia a calore di ricupero di processo giunge attraverso un corpo cilindrico a bassa pressione e attraverso i condotti di collegamento al serbatoio dell'acqua di alimentazione ove avviene una degassazione termica. Il rimanente vapore a bassa pressione giunge attraverso un condotto di collegamento allo stadio a bassa pressione della turbina a vapore. La compensazione delle perdite di pressione sul lato gas combusti avviene mediante la ventola aspirante collegata a valle, integrata nel processo.

Il preriscaldamento dell'acqua di alimentazione avviene in un economizzatore comune all'estremità della caldaia a calore di ricupero della turbina a gas. Attraverso una valvola a tre vie le quantità di acqua di alimentazione vengono ripartite sui rispet-

tivi corpi cilindrici ad alta pressione.

Mediante uno scambiatore di calore acqua-acqua disposto esternamente l'acqua di alimentazione viene raffreddata dal condensato proveniente dal condensatore in modo che alla bassa temperatura di entrata esistente nell'economizzatore ad alta pressione sia possibile un elevato sfruttamento del calore di ricupero nella caldaia a calore di ricupero della turbina a gas.

La generazione di vapore avviene nel generatore della turbina a gas con camera di combustione DLN e nel generatore della turbina a vapore a più stadi.

In caso di inattività della turbina a gas la caldaia a calore di ricupero opera nel cosiddetto modo di funzionamento a calore di ricupero simulato. Una ventola dell'aria esterna alimenta in tal caso nella caldaia a calore di ricupero una quantità d'aria tale da creare la stessa quantità di gas di scarico come nel funzionamento della turbina a gas.

Bruciatori ausiliari all'ingresso della caldaia a calore di ricupero riscaldano l'aria fredda fino ad ottenere le condizioni di vapore richieste.

La centrale elettrica composta secondo l'invenzione combina lo sfruttamento del calore di ricupero sul lato gas di scarico di processo attra-

verso un vaporizzatore ad alta pressione e bassa pressione con un successivo leggero surriscaldamento.

Il completo surriscaldamento del vapore avviene sul lato gas di scarico della turbina a gas tramite un surriscaldatore in due parti nonché un vaporizzatore ad alta pressione e un economizzatore ad alta pressione comune. L'economizzatore ad alta pressione alimenta sia il vaporizzatore ad alta pressione sul lato gas di scarico della turbina a gas, sia anche il vaporizzatore ad alta pressione sul lato gas combusti dell'impianto di conversione termico. Mediante un elevato sfruttamento del calore di ricupero sul lato gas di scarico della turbina a gas diviene possibile una generazione di corrente con rendimento elettrico complessivamente elevato.

Una parte del vapore a bassa pressione serve per la degasazione termica, e il resto viene usato per la produzione di energia, mentre la pressione del vapore e la temperatura del vapore vengono determinate in ampia misura dai dati del gas di processo.

Gli inconvenienti dei circuiti di impianto finora esistenti risultano dal fatto che:

- la generazione di corrente ricavata da calore di ricupero esclusivamente a bassa temperatura limita il rendimento elettrico,

- con una combustione ausiliaria sul lato gas combusti dell'impianto di conversione termica viene ottenuto un aumento della temperatura del gas a monte del generatore di vapore a calore di ricupero, che dà luogo ad una maggior generazione di corrente, ma comporta perdite di energia più elevate e perdite nei gas di scarico (quantità addizionale di gas di scarico),

- nei gas di scarico per lo più contenenti polvere, per effetto della forte potenzialità del focolare ausiliario si raggiunge il punto di rammollimento delle ceneri delle particelle di polvere, il che può dar luogo a gravi problemi di contaminazione sulle superfici riscaldanti.

I vantaggi della centrale elettrica composita secondo l'invenzione sono riassumibili come segue:

- mediante uno spostamento del focolare ausiliario in una turbina a gas avviene un aumento del rendimento elettrico per la generazione di corrente della turbina a gas, e contemporaneamente l'elevata temperatura dei gas di scarico della turbina a gas consente più elevate temperature del vapore surriscaldato e quindi addizionalmente un aumento del rendimento sul lato turbina a vapore,
- maggior grado di vaporizzazione della quantità di

vapore fortemente oscillante ricavata dall'impianto di conversione termica (per esempio temperature dei gas di scarico o quantità di gas di scarico fluttuanti in dipendenza del processo) da parte del sistema di generazione di vapore sul lato gas di scarico della turbina a gas,

- la caratteristica dei gas di scarico e la forte dinamica del rotore delle turbine a gas a più alberi impiegate per tali processi di generazione elettrica consente anche in caso di forti variazioni del carico della turbina a gas di mantenere costante entro limiti molto ristretti, con la corrispondente regolazione, la temperatura ammissibile del vapore per la turbina a vapore,

- in caso di guasto o inattività del lato processo (impianto di conversione termica) è possibile una generazione autarchica di corrente attraverso la caldaia a calore di recupero della turbina a gas,

- generazione flessibile di corrente mediante l'impiego di turbine a gas a più alberi con potenza elettrica adattata alla produzione oraria complessiva di vapore da surriscaldare,

- bassi valori di NOx con l'impiego di bruciatori dry-low-NOx della turbina a gas (per esempio bruciatori ibridi con 13 ppm di NOx),

- ampliamento del campo di impiego dello smaltimento termico di rifiuti vari, in cui di regola regnano soprattutto elevate temperature di processo con basse correnti di massa di gas di scarico con forte inquinamento di sostanze dannose (vanadio, cloro e alcali). Per motivi inerenti ai materiali non è possibile un forte surriscaldamento sul lato gas combusti dell'impianto di conversione termico, perciò è vantaggioso uno spostamento del surriscaldamento sul lato gas di scarico della turbina a gas,
- nessuna limitazione dei parametri del vapore dovuta ai dai dei gas di scarico di processo,
- il rendimento potenziale della generazione di corrente si aggira su circa il 60%,
- poiché un calore di ricupero regolato dal processo dipende sempre da impianti di conversione termici, esso viene considerato un potenziale termico regalato, che viene condotto ad una utilizzazione economica.

L'invenzione verrà nel seguito meglio chiarita con riferimento ad uno schema di processo elementare, in cui la generazione di corrente avviene attraverso il generatore (28) della turbina a gas (1) e il generatore (29) della turbina a vapore (6).

Da un impianto non rappresentato, per esempio un

impianto di calcinazione di calcare, un impianto di sinterizzazione di minerali, un impianto di produzione di acciaio o un impianto di combustione di rifiuti, il calore di ricupero dell'impianto di conversione termico viene convogliato nella caldaia a calore di ricupero dei gas di processo (10). Un elevato sfruttamento del calore si ottiene mediante l'installazione di un vaporizzatore ad alta pressione (16) e un sistema di vaporizzazione a bassa pressione (17).

Per evitare una condensazione, entrambi i flussi di vapore vengono leggermente surriscaldati attraverso i tubi portanti (13) e (14) dei rispettivi sistemi di vaporizzazione (16) e (17). Questo vapore ad alta pressione surriscaldato viene mescolato attraverso il condotto di collegamento (21) con il vapore generato nella caldaia a calore di ricupero (2) dal vaporizzatore ad alta pressione (22) e dal corpo cilindrico ad alta pressione (5).

Entrambe le quantità di vapore vengono surriscaldate nei due surriscaldatori (23 e 24) alla temperatura di vapore desiderata. Attraverso il condotto di collegamento (20) il vapore surriscaldato giunge nella turbina a vapore (6).

Il vapore a bassa pressione generato nella cal-

daia a calore di ricupero di processo (10) giunge attraverso il corpo cilindrico a bassa pressione (12) e attraverso i condotti di collegamento (25) al serbatoio dell'acqua di alimentazione (9), ove avviene una degasazione termica. Il rimanente vapore a bassa pressione giunge attraverso il condotto di collegamento (19) alla turbina a vapore (6).

La compensazione delle perdite di pressione sul lato gas combusti per la caldaia a calore di ricupero di processo (10) viene effettuata senza problemi dalla ventola di aspirazione (15) esistente, integrata nell'impianto termico di conversione, perché nel funzionamento a calore di ricupero la ventola è soggetta a temperature di esercizio più basse.

Il preriscaldamento dell'acqua di alimentazione avviene nell'economizzatore comune (3) sul lato gas di scarico (2) della turbina a gas. Attraverso la valvola a tre vie (26) le quantità d'acqua di alimentazione vengono suddivise sui rispettivi corpi cilindrici ad alta pressione (5) e (11).

Attraverso lo scambiatore di calore acqua-acqua (8) disposto esternamente, l'acqua di alimentazione viene raffreddata dal condensato proveniente dal condensatore (7) in misura tale che con la bassa temperatura di entrata dell'acqua così ottenuta

nell'economizzatore ad alta pressione (3) sia possibile una utilizzazione molto elevata del calore di ricupero nella caldaia a calore di ricupero (2) della turbina a gas.

La generazione di corrente avviene - come già accennato - mediante un generatore (28) della turbina a gas (1) nonché mediante il generatore (29) della turbina a vapore (6). In caso di inattività della turbina a gas (1) la caldaia a calore di ricupero (2) opera con il cosiddetto funzionamento a calore di ricupero simulato. Una ventola dell'aria esterna (4) convoglia attraverso il condotto (42) nella caldaia a calore di ricupero (2) la stessa quantità d'aria come nel funzionamento della turbina a gas. Un bruciatore ausiliario (27) riscalda l'aria fredda con gas naturale (43) fino ad ottenere le condizioni di vapore richieste per una generazione efficiente di corrente.

Sia due pompe dell'acqua di alimentazione ad alta pressione (31) che anche due pompe di alimentazione dell'acqua a bassa pressione (32) provvedono con i condotti (38) e (39) alla necessaria alimentazione d'acqua ai due vaporizzatori ad alta pressione (16) e (22) nelle caldaie a calore di ricupero (2) e (10) e del vaporizzatore a bassa pressione (17) nella caldaia a calore di ricupero (10).

Il vapore utilizzato nella turbina a vapore (6) si trasforma in condensa, che viene raffreddata in un condensatore (7) e mediante una pompa di condensa (33) viene convogliata attraverso il condotto della condensa (34) al serbatoio dell'acqua di alimentazione (9).

Elenco dei numeri di riferimento:

- 1 turbina a gas
- 2 caldaia a calore di ricupero (lato gas di scarico della turbina a gas)
- 3 economizzatore per preriscaldamento dell'acqua di alimentazione
- 4 ventola dell'aria esterna
- 5 corpo cilindrico del vapore ad alta pressione
- 6 turbina a vapore
- 7 condensatore
- 8 scambiatore di calore acqua-acqua
- 9 serbatoio dell'acqua di alimentazione
- 10 caldaia a calore di ricupero dietro all'impianto di conversione termica
- 11 corpo cilindrico del vapore ad alta pressione
- 12 corpo cilindrico del vapore a bassa pressione
- 13 tubi portanti, sistema ad alta pressione
- 14 tubi portanti, sistema a bassa pressione
- 15 ventola di aspirazione

- 16 vaporizzatore ad alta pressione (HD)
- 17 vaporizzatore a bassa pressione (ND)
- 18 condotto del vapore a bassa pressione verso 9
- 19 condotto del vapore a bassa pressione verso 6
- 20 condotto del vapore ad alta pressione
- 21 condotto del vapore ad alta pressione
- 22 vaporizzatore ad alta pressione
- 23 primo surriscaldatore del vapore ad alta pressione
- 24 secondo surriscaldatore del vapore ad alta pressione
- 25 condotto del vapore a bassa pressione verso 18 e 19
- 26 valvola a tre vie
- 27 bruciatore ausiliario
- 28 generatore di 1
- 29 generatore di 6
- 30 motore di 4
- 31 pompe dell'acqua di alimentazione ad alta pressione
- 32 pompe dell'acqua di alimentazione a bassa pressione
- 33 pompa della condensa
- 34 condotto della condensa
- 35 condotto dei gas combusti
- 36 filtro (depurazione gas combusti)

- 37 camino dei gas di scarico
- 38 condotto dell'acqua di alimentazione ad alta pressione
- 39 condotto dell'acqua di alimentazione a bassa pressione
- 40 condotto del vapore ad alta pressione
- 41 condotto dei gas di scarico di 1
- 42 alimentazione aria
- 43 condotto del gas naturale
- 44 condotto dell'acqua di alimentazione ad alta pressione per 11
- 45 condotto dell'acqua di alimentazione ad alta pressione per 5
- 46 refrigeratore a superficie in 5

RIVENDICAZIONI

1) Centrale elettrica composta con una turbina a gas con generatore e con generatori di vapore per una turbina a vapore a più stadi con generatore, in cui il gas di scarico della turbina a gas viene condotto ad una prima caldaia a calore di ricupero con superfici riscaldanti per il preriscaldamento dell'acqua di alimentazione, la generazione di vapore e il surriscaldamento del vapore e i gas combusti di un impianto di conversione termico vengono condotti ad una seconda caldaia a calore di ricupero, caratterizzata dal fatto

- che nella seconda caldaia a calore di ricupero (10) attraversata dai gas combusti sono disposti da un lato un vaporizzatore (16) ad alta pressione (HD) con un sistema di tubi portanti (13) e un corpo cilindrico del vapore ad alta pressione (11), e dall'altro lato un vaporizzatore (17) a bassa pressione (ND) con un sistema di tubi portanti (14) e un corpo cilindrico del vapore a bassa pressione (12),

- che il vaporizzatore ad alta pressione (16) attraverso un condotto del vapore (21) è collegato con il primo (23) e il secondo surriscaldatore del vapore ad alta pressione (24) disposti nella prima caldaia a calore di ricupero (2),

- che il secondo surriscaldatore del vapore ad alta pressione (24) attraverso un condotto del vapore ad alta pressione (20) è collegato con la turbina a vapore (6) e
- che il vaporizzatore a bassa pressione (17) attraverso un condotto del vapore a bassa pressione (25) è parimenti collegato con la turbina a vapore (6).

2) Centrale elettrica composta secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che fra il primo (23) e il secondo surriscaldatore del vapore ad alta pressione (24) è disposto un corpo cilindrico del vapore ad alta pressione (5) con un refrigeratore a superficie (46).

3) Centrale elettrica composta secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che nella parte più fredda della caldaia a calore di ricupero (2) è disposto un economizzatore (3) per il preriscaldamento dell'acqua di alimentazione per entrambe le caldaie a calore di ricupero (2) e (10).

4) Centrale elettrica composta secondo la rivendicazione 3, caratterizzata dal fatto che un serbatoio dell'acqua di alimentazione (9) attraverso un condotto dell'acqua di alimentazione (38) è collegato con le pompe dell'acqua di alimentazione ad alta pressione (31) e con l'economizzatore (3).

5) Centrale elettrica composta secondo le rivendicazioni 3 e 4, caratterizzata dal fatto che l'economizzatore (3) attraverso il condotto dell'acqua di alimentazione (44) è collegato con il corpo cilindrico del vapore ad alta pressione (11) della caldaia a calore di ricupero (10) e attraverso il condotto dell'acqua di alimentazione (45) con il corpo cilindrico del vapore ad alta pressione (5), in cui la suddivisione delle quantità d'acqua di alimentazione rispettive alle caldaie a calore di ricupero (2) e (10) avviene attraverso una valvola a tre vie (26).

6) Centrale elettrica composta secondo le rivendicazioni 3 - 5, caratterizzata dal fatto che il serbatoio dell'acqua di alimentazione (9) attraverso un condotto dell'acqua di alimentazione a bassa pressione (39) è collegato con le pompe dell'acqua di alimentazione a bassa pressione (32) e con il corpo cilindrico del vapore a bassa pressione (12) della caldaia a calore di ricupero (10).

7) Centrale elettrica composta secondo le rivendicazioni 3 - 6, caratterizzata dal fatto che la turbina a vapore (6) e il serbatoio dell'acqua di alimentazione (9) attraverso un condotto del condensato (34) sono collegati con un condensatore (7) e

una pompa del condensato (33).

8) Centrale elettrica composita secondo la rivendicazione 7, caratterizzata dal fatto che nel condotto del condensato (34) è disposto uno scambiatore di calore acqua-acqua (8), attraverso il quale viene fatto passare il condotto dell'acqua di alimentazione ad alta pressione (38).

9) Centrale elettrica composita secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che nel condotto dei gas combusti (35) a valle della caldaia a calore di ricupero (10) sono disposti un depuratore dei gas combusti (36) e una ventola di aspirazione (15).

10) Centrale elettrica composita secondo la rivendicazione 9, caratterizzata dal fatto che nel condotto dei gas combusti (35) fra le caldaie a calore di ricupero (2) e (10) è disposto un camino dei gas di scarico (37).

11) Centrale elettrica composita secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che nel condotto dei gas di scarico (41) della turbina a gas (1) all'entrata della caldaia a calore di ricupero (2) è disposto un bruciatore ausiliario (27).

12) Centrale elettrica composita secondo la rivendicazione 11, caratterizzata dal fatto che il bru-

ciatore ausiliario (27) attraverso un condotto (42) è collegato con la ventola dell'aria esterna (4, 30).

13) Centrale elettrica composta secondo le rivendicazioni 11 e 12, caratterizzata dal fatto che la turbina a gas (1) e il bruciatore ausiliario (27) sono collegati ciascuno ad un condotto del gas naturale (43) o del combustibile liquido.

Ing. Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.

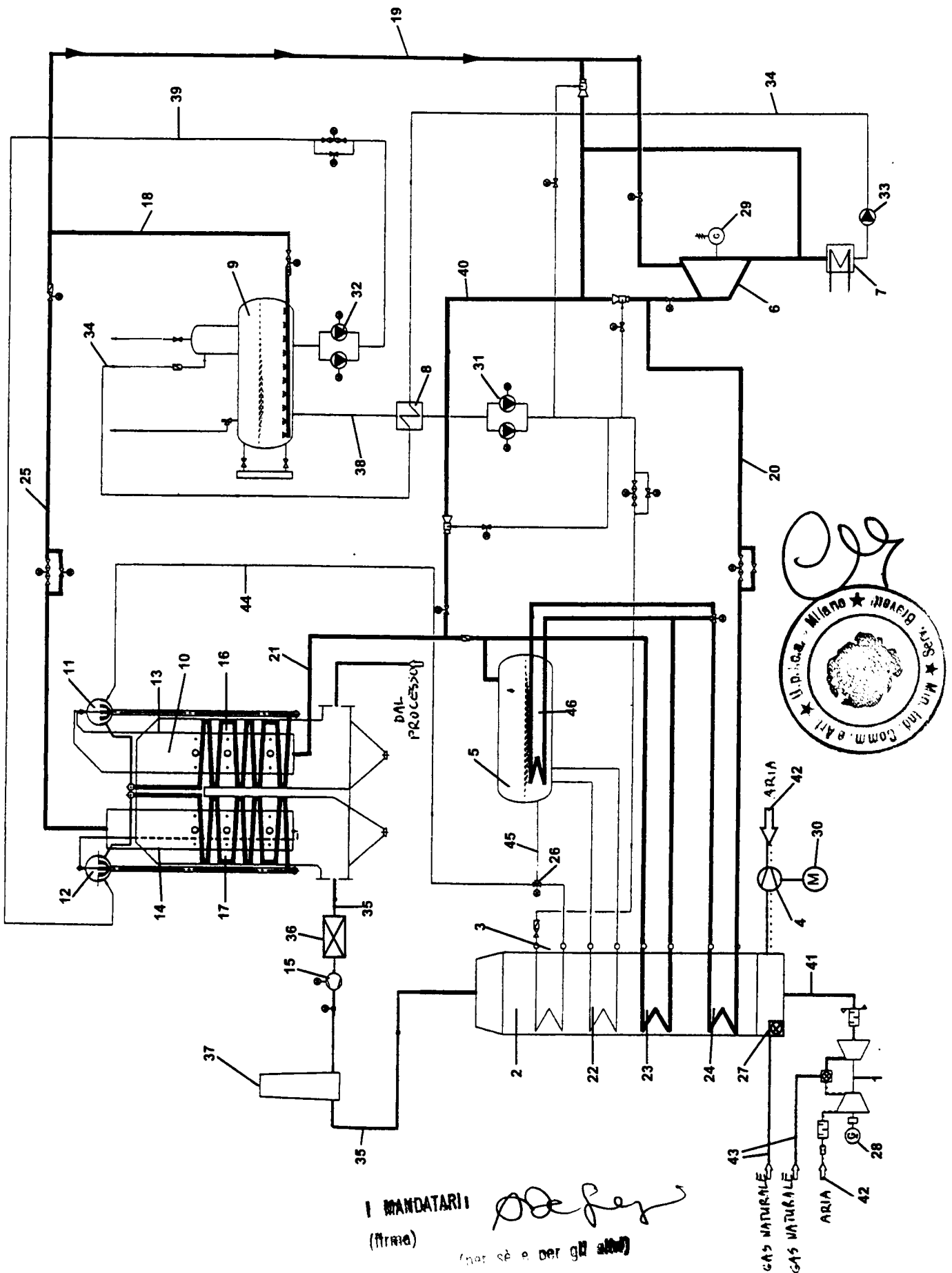
I MANDATARI:
(firma)

(per sé e per gli altri)



R/ir/1299





I MANDATARI
(firma)

(non se e per gli altri)

