



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

DOMANDA NUMERO	102007901512463
Data Deposito	10/04/2007
Data Pubblicazione	10/10/2008

Titolo

IMPIANTO E METODO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA.

Descrizione a corredo della domanda di brevetto per invenzione industriale dal titolo:

“IMPIANTO E METODO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA”

a nome di

DELCA s.p.a., in persona del suo Amministratore Unico, Comm. Domenico Del Carlo, con sede legale in 56010 Lignano - Vicopisano (PI), via Masaccio n. 11, P.I. 01040840504 e

ECOENGINEERING IMPIANTI s.r.l., in persona del legale rappresentante pro tempore, ing. Mauro Grillenzoni, con sede in 20122 Milano (MI), Corso Italia n. 6, P.I. 04701160154

Inventore Designato: Grillenzoni Mauro

DESCRIZIONE

La presente invenzione ha per oggetto un impianto ed un metodo per la produzione di energia elettrica; in particolare, un impianto ed un metodo per la produzione di energia elettrica mediante un ciclo otto e/o ciclo diesel alimentati da un syngas prodotto dalla gassificazione dei cosiddetti C.D.R. .

Impianti e metodi di questo tipo sono noti ed ampiamente utilizzati; nonostante ciò, gli stessi presentano alcuni inconvenienti.

Normalmente, in alcune tipologie di impianti secondo l'arte nota, la produzione di energia elettrica viene ottenuta mediante un ciclo otto, o ciclo diesel e tale motore endotermico è alimentato a gasolio, olio combustibile, gas o simili.

Particolarmente, negli ultimi anni, si è fatta sempre più importante la necessità di riutilizzare in qualche modo i rifiuti e, in particolare, è estremamente sentita la necessità di utilizzare i rifiuti solidi urbani cosiddetti R.S.U., in modo da smaltirli producendo nello stesso tempo energia dallo smaltimento dei rifiuti stessi, il tutto mantenendo al minimo possibile l'inquinamento dell'ambiente.

Un impianto ed un metodo per la produzione di energia elettrica; in particolare, un impianto ed un metodo per la produzione di energia elettrica mediante un motore endotermico alimentato da un syngas, prodotto dalla gassificazione dei cosiddetti C.D.R., ovvero da rifiuti solidi urbani, privati della parte umida e compattati, preparati secondo lavorazioni preferite.

Il C.D.R. (o Combustibile Derivato dai Rifiuti), traduzione dell'acronimo inglese R.D.F. (Refuse Derived Fuel), è un combustibile solido triturato ottenuto dal trattamento della frazione secca dei rifiuti solidi urbani (sovvallo o spravaglio) e/o altri rifiuti speciali assimilati.

5 Eliminati i materiali riciclabili come vetro, metalli, inerti e la parte non combustibile, la porzione restante dei rifiuti viene separata attraverso una selezione meccanica in due frazioni: secco e umido. Al termine del processo di selezione, il residuo secco dei rifiuti viene triturato e trasformato in combustibile per la termovalorizzazione e la cogenerazione di energia
10 elettrica e/o termica, in appositi impianti inceneritori dotati di sistemi di recupero dell'energia prodotta dalla combustione.

Il C.D.R. è classificabile in diversi gradi qualitativi, sulla base delle norme tecniche Uni 9903-1 e successive modifiche ed integrazioni.

15 Il combustibile C.D.R., di qualità normale, è detto semplicemente C.D.R.; esso viene recuperato dai rifiuti urbani e dai rifiuti speciali non pericolosi.

È sottoposto a diversi trattamenti, trattamenti finalizzati a: garantire un potere calorifico sufficiente, ridurre e controllare il rischio ambientale e sanitario, ridurre la presenza di materiale metallico, vetri, inerti, materiale
20 putrescibile e il contenuto di umidità, rimuovere le sostanze pericolose ai fini della combustione, come alcuni tipi di polimero e i materiali potenzialmente esplosivi.

Il combustibile di qualità elevata, classificato come C.D.R- Q sulla base delle norme tecniche Uni 9903-1, consente di ottenere i certificati verdi e può essere vantaggiosamente utilizzabile per la produzione di energia
25 elettrica.

Il C.D.R., negli impianti secondo l'arte nota, viene usato per alimentare un gassogeno. Per gassogeno si intende un impianto che, a partire da vari materiali, fra cui determinati tipi di rifiuti, ricava combustibili
30 gassosi che impiega per la produzione di energia. Tali impianti sono proposti come una alternativa agli inceneritori.

I gassogeni sfruttano la dissociazione molecolare, definita pirolisi. In un ambiente chiuso, con temperature intorno a 500 °C e in presenza di aria sottostechiometrica, i rifiuti organici, cioè contenenti carbonio, possono

essere completamente distrutti scindendone le molecole in molecole più semplici di monossido di carbonio, idrogeno e metano, che formano un "gas di sintesi", cosiddetto syngas.

Il "gas di sintesi", cosiddetto syngas, può essere bruciato in una caldaia per sfruttarne il calore producendo vapore surriscaldato che alimenterà una turbina elettrica, o usandolo come combustibile per motori endotermici, o ricavandone idrogeno da usare poi in pile a combustibile, per ottenere la produzione di energia elettrica.

Il cosiddetto syngas, tuttavia, contiene un elevato tenore di catrame, o catramina, o TAR e, comunque, distillati, che hanno portato fino ad ora tutti gli impianti, secondo l'arte nota, a non presentare un rapporto costi-benefici sufficiente per la loro diffusione.

Infatti, il catrame, che si rinviene nel syngas uscente dal gassogeno, al fine di essere inviato, in particolare, ad un motore endotermico, deve essere preventivamente trattato, onde abbassarne il contenuto di polveri, ma soprattutto deve anche essere purificato, onde eliminare il contenuto di catrame.

La presenza del catrame nel syngas, infatti, se non eliminato, comporterebbe un grave problema di inquinamento atmosferico in uscita dal motore endotermico ed inoltre una frequente manutenzione del motore endotermico stesso.

La fase di trattamento e decatramazione del syngas, secondo l'arte nota, comporta un aggravio dei costi dell'impianto e del conseguente costo della energia prodotta e, pertanto, gli impianti per la produzione di energia elettrica, in particolare per la produzione di energia elettrica mediante un motore endotermico alimentato dal syngas derivato dalla gassificazione dei cosiddetti C.D.R., non sono soventemente utilizzati o considerati come utilizzabili.

Scopo della presente invenzione è quello di prevedere un impianto ed un metodo per la produzione di energia elettrica, mediante un motore endotermico e/o una turbina a gas o simili alimentati da un syngas prodotto dalla gassificazione dei cosiddetti C.D.R., che sia in grado di ovviare agli inconvenienti dei noti impianti.

La presente invenzione consegue i suddetti scopi con un impianto per la produzione di energia elettrica, mediante un motore endotermico e/o una turbina e/o simili.

5 L'impianto per la produzione di energia elettrica, mediante un motore endotermico e/o una turbina e/o simili secondo la presente invenzione ed in cui detto motore endotermico e/o turbina e/o simili sono alimentati da un gas prodotto dalla gassificazione dei cosiddetti C.D.R., prevede un gassogeno, in cui detto gassogeno è un cosiddetto gassogeno a doppio stadio, ovvero un gassogeno atto produrre un primo gas, cosiddetto gas di testa, ed un
10 secondo gas, cosiddetto gas chiaro, detto gas chiaro essendo sostanzialmente privo di catrame o catramina e detto motore endotermico e/o una turbina e/o simili, essendo alimentati direttamente per mezzo di detto gas chiaro.

15 In sostanza, l'impianto, secondo la presente invenzione, comprende la presenza di un cosiddetto gassogeno a doppio stadio, detto anche bi-stadio.

Il gassogeno a doppio stadio si differenzia, sostanzialmente, da quello a singolo stadio, per il fatto che comprende nella parte alta del gassogeno stesso una cosiddetta "storta" di distillazione e che solo una
20 parte del gas fuoriesce dalla testa del gassogeno.

Nel gassogeno a singolo stadio tutto il gas, il cosiddetto syngas, viene prodotto per gassificazione del C.D.R. e fuoriesce dal gassogeno come un unico gas, contenente notevoli quantità di catrame o catramina.

25 Nel gassogeno a doppio stadio, invece, la gassificazione del C.D.R. e la distillazione del catrame avvengono in due zone differenti del gassogeno, in modo controllato, mantenendo una temperatura ottimale all'uscita del gas di testa. Tale temperatura, preferibilmente intorno a 150 °C, è controllata facendo passare una quantità più o meno grande di gas, proveniente dalla zona di gassificazione, attraverso la strato di combustibile sovrastante, che si trova nella zona di distillazione.
30

In questo modo, la sezione inferiore del gassogeno si trova in condizione di gassificare del combustibile che ha già ceduto i distillati e, in particolare, è privo di "TAR", o catrame, che crea i sopra menzionati

problemi tecnici ed elevati costi, in fase di depurazione, per essere idoneo ad alimentare motori endotermici.

È necessario comprendere come il fatto di applicare un metodo di gassificazione di tipo bi-stadio, ovvero utilizzando un gassificatore bi-stadio che alimenta direttamente il gas chiaro in uscita ad un motore endotermico, eventualmente tramite una semplice depolverazione del gas chiaro stesso, sia oggetto di uno sforzo inventivo atto a superare i preconetti esistenti allo stato dell'arte: il campo della tecnica relativo alla produzione della energia elettrica per mezzo dell'utilizzo dei C.D.R. che, negli ultimi anni, ha rappresentato un punto di partenza per molti studi e sperimentazioni in merito e tuttavia ha fornito quasi sempre risultati fallimentari o non congruenti con gli sforzi, poiché il syngas prodotto dalla gassificazione ad un solo stadio, secondo l'arte nota, ha mostrato la necessità di lavorazioni, ad esempio costosi e non affidabili trattamenti, successive alla sua produzione nel gassogeno ad uno stadio, le quali lavorazioni, necessarie per eliminare il catrame nel syngas, hanno fatto sì che il processo fosse considerato ormai fallimentare.

Il C.D.R., attualmente prodotto, era infatti destinato per lo più ad essere bruciato nei normali inceneritori, in modo, se non altro, da eliminare il rifiuto stesso, anche a scapito della produzione di energia dal rifiuto che, in moltissimi casi, veniva ormai considerata antieconomica o eccessivamente costosa nell'impianto.

Conseguentemente l'idea di utilizzare i C.D.R. per produrre energia, in particolare energia elettrica, era ormai considerata come secondaria rispetto alla eliminazione del rifiuto stesso e l'impostazione di tutte le ricerche e sperimentazioni in merito era legata alla presenza di un normale inceneritore o, al più, ad un gassificatore monostadio di tipo tradizionale, con i problemi sopra elencati.

L'idea, originale e vantaggiosa e relativa alla applicazione di un gassogeno a doppio stadio ad un metodo ed un impianto per la produzione di energia elettrica a partire dal C.D.R., ha necessitato ingenti studi e sperimentazioni, al fine di identificare il problema e di ideare un metodo ed un dispositivo in grado di risolvere i suddetti inconvenienti.

Ad esempio, lo studio del problema e la sperimentazione eseguita hanno portato a rilevare un effetto di riduzione degli NOx superiore a quello ottenuto utilizzando metano quale combustibile di reburning. In particolare, è stato rilevato che la riduzione ottenuta è compresa fra il 65% e il 75% (rispetto alla concentrazione di NOx in assenza di reburning), mentre la riduzione ottenuta col gas metano quale combustibile di reburning è compresa fra il 33% e il 65%.

Vantaggiosamente il gassogeno a doppio stadio provvede ad eliminare i distillati ed in particolare il "TAR", o catrame, e provvede a gassificare il combustibile in modo da ottenere il cosiddetto gas chiaro, sostanzialmente privo dei prodotti inquinanti come catrame, TAR o simili.

Vantaggiosamente il riscaldamento della cosiddetta "storta" avviene in maniera diretta ed indiretta: diretta, mediante il gas che attraversa il C.D.R.; indiretta, mediante la rimanente parte di gas che lambisce le pareti della storta di distillazione

I prodotti del processo di gassificazione a doppio stadio sono quindi vantaggiosamente i due gas:

gas di testa, costituito dai prodotti della gassificazione e distillazione del CDR e da gas proveniente dalla zona sottostante di gassificazione;

gas chiaro, proveniente dalla zona di gassificazione ed esente da prodotti di distillazione, da catrame e da olio ed idoneo, dopo raffreddamento e semplice filtraggio o eliminazione delle polveri, ad essere inviato a motori endotermici.

Inoltre, vantaggiosamente nell'impianto secondo la presente invenzione, la ossidazione parziale del combustibile solido, così da trasformarlo in combustibile gassoso, avviene attraverso la combustione di una frazione del materiale alimentato, ovvero, si fornisce l'energia termica necessaria all'essiccamento ed alla volatilizzazione della parte rimanente, tramite la combustione di una frazione del materiale alimentato stesso.

Il processo si svolge in atmosfera povera di ossigeno (sottostechiometrica), cioè con ossigeno in difetto rispetto al quantitativo necessario per una combustione completa.

Secondo una forma esecutiva preferita e vantaggiosa dell'impianto, secondo la presente invenzione, il gas prodotto seguirà dunque due percorsi

separati, in funzione delle caratteristiche fisico/chimiche; un percorso diverso quindi per gas di testa e uno per il gas chiaro.

Il gas di testa è in sostanza un gas di sintesi, formatosi nella zona inferiore del gassogeno (zona di gassificazione) e che, attraversando il CDR sovrastante, lo riscalda, arricchendosi dei prodotti della distillazione. Il suo potere calorifico è di circa 1.340 Kcal/Nmc e la sua temperatura è di circa 160 ÷ 200 °C.

Questo gas non è idoneo all'impiego diretto in motori a combustione interna, in quanto il contenuto di TAR creerebbe notevoli problemi di continuità al motore stesso.

Questo gas è vantaggiosamente utilizzato nella seguente maniera: viene bruciato in una camera di combustione, con permanenza a temperature > di 850 °C di almeno 2 secondi, con il 6% di O₂ libero, in modo tale per cui si libera completamente dei residui oleosi e catramosi (che bruciano completamente) con ottimi risultati. Si prevede quindi di inviare tale gas in una camera di postcombustione ed impiegare i fumi caldi prodotti per generare acqua calda o aria calda o vapore da impiegare localmente o, comunque, per utilizzi termici.

In caso fosse necessario impiegare anche il gas di testa, in utilizzi nei quali è richiesta la massima pulizia del gas, si può procedere alla decatramazione del gas, impiegando un sistema che porta il gas di testa ad alta temperatura (circa 900°C, con permanenza di circa 2 secondi); detto sistema sommariamente è costituito da una particolare camera refrattaria, in cui è previsto l'impiego di un bruciatore a gas metano (o GPL) utilizzando come comburente ossigeno. La quantità di ossigeno inviata rappresenta l'aria stechiometrica per il combustibile ausiliario (metano o GPL), ma non sufficiente per bruciare il gas di sintesi contenuto nella camera stessa.

Il gas di testa, decatramato e depolverato, può essere a questo punto miscelato al gas chiaro.

Il gas chiaro è, in sostanza, un gas completamente esente di residui oleosi o catramosi (liberati nella parte superiore del gassogeno) e contiene solo un residuo di polveri, facilmente eliminabili.

In una forma esecutiva preferita del presente impianto, il gas chiaro esce a temperatura di circa 650 °C e presenta un p.c.i. di circa 1.290 kcal/Nmc.

Il gas chiaro viene raffreddato, ad esempio, con uno scambiatore gas/acqua e recupero dell'acqua calda e poi depolverato con filtro a maniche e può essere vantaggiosamente impiegato in un motore endotermico, in particolare, in un motore idoneo per gas a basso p.c.i., accoppiato ad un alternatore per produrre energia elettrica.

L'invenzione ha per oggetto anche un metodo per la produzione di energia elettrica, comprendente almeno i passi di :

- a- predisporre un cosiddetto C.D.R.;
- b- gassificare detto C.D.R., mediante una operazione di distillazione ed una operazione di gassificazione combinate, ottenendo un primo gas, cosiddetto gas chiaro, sostanzialmente privo di prodotti di pirolisi e/o catrame e/o catramina e/o TAR e/o olio ed un secondo gas, cosiddetto gas di testa, costituito sostanzialmente dai prodotti della detta gassificazione e distillazione;
- c- alimentare detto gas chiaro in un motore endotermico, e/o una turbina e/o un cogeneratore e/o simili, essendo detto motore endotermico e/o una turbina e/o un cogeneratore e/o simili, connessi ad almeno un alternatore per la produzione di energia elettrica.

Alternativamente alla produzione di un gas adatto ad essere impiegato direttamente nei motori endotermici per la produzione di energia elettrica e termica, il metodo e l'impianto, secondo la presente invenzione, possono prevedere l'utilizzo del gas per il recupero di idrogeno allo stato molecolare e di altri prodotti di interesse industriale.

Il metodo e l'impianto, secondo la presente invenzione, oltre a garantire un funzionamento affidabile, sia come gestione che come impatto ambientale, sono di facile ed utile impiego anche presso le industrie tradizionali (cementerie, distillerie, fornaci, ceramiche e altre attività industriali che abbisognano di molta energia elettrica e termica), per l'economicità dell'investimento, il limitato ingombro, la qualità delle

emissioni; le caratteristiche dei CSS (combustibili solidi simili) o C.D.R. utilizzabili, che consentono un facile stoccaggio e un automatismo del processo.

Il metodo e l'impianto, secondo la presente invenzione, se previsti presso industrie tradizionali, fanno anche vantaggiosamente venir meno l'esigenza di realizzare nuovi impianti dedicati per il recupero delle suddette tipologie di rifiuto e, quindi, di nuove emissioni di CO₂, in quanto il gas e/o l'idrogeno prodotto/i andranno a sostituire, in detti impianti, la produzione di energia elettrica e/o termica i combustibili da fonti non rinnovabili, quali metano, carbone, oli combustibili, ecc., senza variazioni significative e, in alcuni casi, migliorative delle emissioni prodotte, sia in termini qualitativi che quantitativi.

Una ulteriore variante esecutiva vantaggiosa prevede che il gassogeno doppio stadio o bi-stadio sia del tipo a bassa temperatura e comporta il fatto che il metodo e l'impianto, attuante tale metodo, non prevedono immissioni in atmosfera di sostanze inquinanti o nocive, in virtù della totale assenza di camini. Tutto avviene in ambiente chiuso e controllato, in cui l'unico effluente è acqua demineralizzata, riutilizzabile.

Sostanzialmente, i vantaggi derivabili dall'utilizzo di un metodo ed impianto secondo la presente invenzione, sono, in termini di produzione di energia elettrica e termica, attraverso centrale turbogas azionata ad idrogeno con rendimenti pari al 40%:

- produzione di energia elettrica e termica con l'impiego di fuel cells e rendimenti compresi tra il 60 e il 70% e recupero termico ottenuto dal vapore acqueo;
- produzione di idrogeno da destinare all'autotrazione pubblica e privata;
- produzione di Anidride carbonica stoccata liquida o solida o altri sottoprodotti di interesse industriale facilmente collocabili sul mercato;
- collocamento a ridosso dei possibili utilizzatori;
- aumento della qualità igienico-sanitaria delle acque di superficie e di falda e della qualità dell'aria;
- possibilità di contenere la dimensione degli impianti di trattamento;

- possibilità di distribuire sul territorio, secondo prestabiliti piani strategici, la collocazione di detti impianti e conseguente riduzione dell'impatto ambientale dovuto alle reti dei grandi elettrodotti.

Ulteriori caratteristiche sono oggetto delle allegate rivendicazioni e
sottorivendicazioni.

La presente invenzione potrà essere meglio compresa, facendo riferimento agli allegati disegni in cui:

fig. 1 illustra un diagramma di flusso del metodo, secondo la presente invenzione;

fig. 2 illustra un particolare dell'alimentatore del combustibile dell'impianto, secondo la presente invenzione;

fig. 3 illustra un nastro per l'alimentazione del combustibile dell'impianto, secondo la presente invenzione;

fig. 4 illustra un particolare della cassa o skip di caricamento del combustibile dell'impianto, secondo la presente invenzione;

fig. 5 illustra un particolare della cassa o skip di caricamento del combustibile e del nastro di caricamento al gassogeno dell'impianto, secondo la presente invenzione;

fig. 6 illustra un particolare della bocca di caricamento del combustibile al gassogeno dell'impianto, secondo la presente invenzione;

fig. 7 illustra un gassogeno doppio stadio dell'impianto, secondo la presente invenzione;

fig. 8 illustra un particolare della zona di generazione energia termica a partire dal gas di testa dell'impianto, secondo la presente invenzione;

fig. 9 illustra un particolare della zona di raffreddamento e depolverazione del gas chiaro dell'impianto, secondo la presente invenzione;

fig. 10 illustra un particolare della zona di generazione energia elettrica dell'impianto, secondo la presente invenzione;

fig. 11 illustra una vista complessiva dell'impianto, secondo la presente invenzione.

Facendo riferimento alla fig. 1, sono illustrati i passi del metodo per la produzione di energia elettrica, secondo la presente invenzione: in particolare, viene inizialmente predisposto un cosiddetto C.D.R. ovvero un

C.D.R.-Q, il quale viene trattato mediante una operazione di distillazione ed una operazione di gassificazione combinate, ovvero viene gassificato in un processo bistadio che produce un primo gas, cosiddetto gas chiaro, sostanzialmente privo di prodotti di distillazione e/o catrame e/o catramina e/o TAR e/o olio e un secondo gas, cosiddetto gas di testa, costituito sostanzialmente dai prodotti della gassificazione e distillazione.

I due gas seguono quindi due percorsi differenti:

il gas chiaro, poiché è vantaggiosamente esente da prodotti inquinanti come catrame, catramina, TAR o residui oleosi o simili, può essere impiegato, ad esempio, per alimentare direttamente un motore endotermico, per esempio un motore a ciclo otto o diesel, come combustibile, provvedendo, quindi, all'alimentazione del motore, il quale motore è, ad esempio, connesso ad un generatore o un alternatore per la produzione di energia elettrica.

In alternativa, il gas chiaro potrebbe alimentare direttamente una turbina o altri dispositivi simili, in grado di trasformare l'energia termica potenziale del gas chiaro in energia meccanica e successivamente in energia elettrica.

I passi, contornati con linea tratteggiata nel percorso del diagramma di flusso del gas chiaro fig. 1, sono passi non strettamente necessari, in quanto il gas chiaro potrebbe alimentare direttamente un motore endotermico o simili.

Vantaggiosamente, tuttavia, sono previsti nel metodo, relativamente ai passi di metodo per il gas chiaro, anche il passo di raffreddare detto gas chiaro, ad esempio in uno scambiatore acqua-gas, e di depolverare, ovvero abbattere le polveri del gas chiaro, ad esempio con un filtro, in particolare un filtro a maniche o simili.

Il gas chiaro può poi essere vantaggiosamente stoccato in appositi serbatoi per poi essere utilizzato in un secondo momento.

Per quanto concerne invece i passi di metodo secondo la presente invenzione, previsti sul gas di testa, lo stesso viene depurato dei residui oleosi e del catrame e/o della catramina e/o del TAR o simili. La depurazione avviene preferibilmente con una combustione, ovvero, il gas di testa viene bruciato in una camera di combustione, con permanenza ad esempio a temperature > di 850 °C di almeno 2 secondi e tenore di O₂ libero

> 6%, nella quale camera il gas di testa si libera dei residui oleosi e catramosi, che bruciano.

È possibile prevedere di impiegare i fumi caldi prodotti dalla combustione per generare acqua calda o vapore da impiegare localmente, da impiegarsi in un ciclo Rankine o un ciclo ORC e produrre ulteriore energia elettrica o, comunque, per utilizzi termici.

È possibile inoltre prevedere vantaggiosamente di decatramare il gas di testa, impiegando un sistema che porta il gas di testa ad alta temperatura, circa 900°C, con permanenza di almeno 2 secondi; il sistema è costituito sostanzialmente da una particolare camera refrattaria, in cui è previsto l'impiego di un bruciatore a gas metano (o GPL) utilizzando come comburente ossigeno industriale. La quantità di ossigeno inviata rappresenta l'ossigeno stechiometrico per il combustibile ausiliario (metano o GPL), ma non sufficiente per bruciare il gas di sintesi contenuto nella camera stessa. Il gas di testa decatramato può inoltre essere vantaggiosamente depolverato e/o può essere miscelato al gas chiaro, come illustrato in fig. 1, in cui i passi, contornati con linea tratteggiata nel percorso del diagramma di flusso del gas di testa di fig. 1, sono passi non strettamente necessari.

L'impianto, secondo la presente invenzione atto a concretizzare il metodo secondo la presente invenzione e sopra descritto, è illustrato in una vista complessiva in fig. 11.

L'impianto per la produzione di energia elettrica, secondo la presente invenzione, comprende una zona per la produzione di energia elettrica 9, illustrata in dettaglio in una forma esecutiva preferita in fg. 10; detta zona comprendendo preferibilmente un motore endotermico 91 ed un alternatore 92.

In altre forme esecutive preferite, e senza uscire dall'ambito protettivo e dagli insegnamenti della presente invenzione, la zona per la produzione dell'energia elettrica 9 può comprendere una turbina e/o simili o più in generale dispositivi in grado di trasformare l'energia termica potenziale del gas in energia meccanica e successivamente in energia elettrica.

L'impianto, secondo la presente invenzione, funziona preferibilmente utilizzando C.D.R., più sopra identificato, e sostanzialmente esplica i suoi maggiori vantaggi con un C.D.R.-Q.

Il C.D.R., o comunque il combustibile dell'impianto secondo la presente invenzione, va ad alimentare un gassogeno, in particolare un gassogeno a doppio stadio 1, illustrato anche in fig.7, per mezzo di un sistema di caricamento che, in una forma esecutiva preferita, è illustrato in fig. 11 e, nelle sue parti, nelle figg. 2, 3, 4, 5 e 6.

È illustrato, in particolare in fig. 2, un dispositivo di stoccaggio ed alimentazione 2, costituito vantaggiosamente da un semplice contenitore in lamiera, aperto nella parte superiore per permettere il caricamento del material, e provvisto di un nastro 22 nella parte inferiore, in modo da convogliare il materiale verso il nastro inclinato 3, illustrato in particolare in fig. 3, che carica lo skip 4.

Lo skip di caricamento, illustrato in particolare in fig. 4 e 5, è un dispositivo basato su di un contenitore 4, cosiddetto skip, vincolato ad almeno una, preferibilmente due guide 41, che guidano lo skip 4, secondo una corsa verticale, preferibilmente parallela al gassogeno 1.

Con riferimento alla fig. 5, quando lo skip 4 raggiunge il fine-corsa, il medesimo esegue una rotazione sull'asse orizzontale e scarica il materiale sul nastro 5, appartenente al gruppo di caricamento 6 del gassogeno 1 .

Il gruppo di caricamento 6 del gassogeno 1 è illustrato in dettaglio in una forma esecutiva preferita in fig.6.

Il suddetto gruppo di caricamento 6 comprende un nastro 5 che convoglia il materiale in una doppia valvola di carico, preferibilmente del tipo a comando oleodinamico.

La doppia valvola di carico comprende preferibilmente una bocca di caricamento 61, una camera 62 sigillata da due portelli a tenuta 63, 64 che si aprono alternativamente e svolge la duplice funzione di evitare il deflusso del gas e l'ingresso dell'aria atmosferica che potrebbe alterare l'equilibrio stechiometrico all'interno del gassogeno 1.

Con riferimento alla fig. 7, è illustrato un gassogeno a doppio stadio 1, sviluppato principalmente per utilizzare combustibili che hanno un elevato contenuto di carbonio, quale il CDR.

Il gassogeno a doppio stadio 1 comprende, nella parte alta, una “storta” 11 di distillazione ed una zona di corpo 21.

La gassificazione del CDR e la distillazione del catrame, avvengono in modo controllato, mantenendo una temperatura ottimale all’uscita del gas di testa. Tale temperatura è preferibilmente intorno a 150 °C ed è
5 vantaggiosamente controllata facendo passare una quantità più o meno grande di gas, proveniente dalla zona di gassificazione, attraverso la strato di combustibile che si trova nella zona di distillazione.

In questo modo, la sezione inferiore 31 del gassogeno si trova in
10 condizione di gassificare del combustibile che ha già ceduto i distillati ed in particolare è privo di “TAR,” che crea sempre problemi tecnici ed elevati costi in fase di depurazione, per essere idoneo ad alimentare motori endotermici.

Il riscaldamento della storta 11 avviene in maniera diretta ed
15 indiretta: diretta, mediante il gas che attraversa il CDR; indiretta, mediante la rimanente parte di gas che lambisce le pareti della storta di distillazione 11.

I prodotti del processo di gassificazione a doppio stadio sono i due gas che seguono:

Gas di testa, costituito dai prodotti della pirolisi e distillazione del
20 CDR e da gas proveniente dalla zona sottostante di gassificazione;

Gas chiaro, proveniente dalla zona di gassificazione ed esente da prodotti di distillazione, da catrame e da olio ed idoneo, dopo raffreddamento e semplice depurazione, ad essere inviato a motori endotermici.

In una forma esecutiva preferita nel gassogeno a doppio stadio
25 secondo la presente invenzione, l’estrazione delle ceneri è automatica, in funzione del livello raggiunto dalle stesse entro il gassogeno. Nel gassogeno 1 le ceneri sono comprese fra la griglia rotante 41 e la zona di combustione. Sul gassogeno 1 sono inoltre vantaggiosamente installate diverse
30 termocoppie delle quali, una è installata sotto alla griglia 41 ed un’altra sulla parte superiore della zona delle ceneri.

Fissato sperimentalmente un livello ideale di strato delle ceneri nel gassogeno (tale che protegga la griglia e che non sia troppo alto per occupare la zona di combustione) si avrà che, se lo strato delle ceneri è

troppo basso, la termocoppia inferiore (sottogriglia) segnerà un aumento di temperatura, mentre, se lo strato delle ceneri sarà troppo alto, la termocoppia superiore segnerà una diminuzione di temperatura. La rotazione della griglia e, quindi, l'estrazione delle ceneri, avverranno in funzione di tali temperature rilevate, in modo automatico e tale da garantire un funzionamento corretto e costante al gassogeno ed al relativo processo di gassificazione.

Il rapporto in volume tra i due gas è inoltre vantaggiosamente regolabile, in funzione del tiraggio e quindi della regolazione di due valvole poste su ognuna delle due tubazioni (valvola del gas di testa e valvola del gas chiaro) non illustrate. Preferibilmente il rapporto è di 4 (gas chiaro) : 1 (gas di testa).

In uscita dal gassogeno doppio stadio, si hanno quindi sia il gas chiaro che il gas di testa e, in particolare e vantaggiosamente, i due gas seguono percorsi differenti, in accordo al metodo descritto ed illustrato in fig. 1.

In particolare, il gas chiaro (*che è un gas esente da residui oleosi o catramosi che sono stati liberati nella parte superiore del gassogeno, da cui esce a temperatura di circa 650 °C e con un p.c.i di circa 1.290 kcal/Nmc.*) può essere inviato direttamente alla zona di produzione di energia elettrica 9 per essere utilizzato quale combustibile.

Secondo una forma esecutiva alternativa illustrata, nel caso in cui il gas chiaro contenga un residuo di polveri, il medesimo può essere raffreddato nella zona di raffreddamento e depolverazione 8 illustrata in fig. 9, ad esempio per mezzo di uno scambiatore gas/acqua 81, che può prevedere un vantaggioso recupero dell'acqua calda e successivamente depolverato, ad esempio, con un filtro a maniche 82.

In questo modo il gas può essere perfettamente impiegato in un motore endotermico, ad esempio un motore endotermico 91 idoneo a gas a basso p.c.i., il quale può essere accoppiato ad un alternatore 92 per produrre energia elettrica.

Facendo riferimento alla fig.11 e alla fig. 8, il gas di testa è un gas di sintesi (formatosi nella zona inferiore del gassogeno 1 o zona di gassificazione) che, attraversando il CDR sovrastante, lo riscalda,

arricchendosi dei prodotti della distillazione, uscendo dal gassogeno preferibilmente con un potere calorifico di circa 1.340 Kcal/Nmc. e con una temperatura di circa $160 \div 200$ °C.

Il gas di testa tal quale non è idoneo all'impiego diretto in motori a combustione interna o simili, in quanto il contenuto di TAR creerebbe notevoli problemi di continuità al motore stesso.

È quindi vantaggiosamente previsto nell'impianto, secondo la presente invenzione, di depurare il gas di testa dai residui oleosi e di catrame, facendo bruciare il gas di testa in una camera di combustione 71, con permanenza a temperature > di 850 °C di almeno 2 secondi, in modo tale per cui il gas di testa si libera dei residui oleosi e catramosi che bruciano completamente.

Si prevede quindi di inviare tale gas in una camera di postcombustione 72, prevedendo inoltre un tenore di O₂ libero > 6% e di impiegare i fumi caldi prodotti per generare acqua calda o vapore da impiegare localmente, o impiegare in un ciclo Rankine o in un ciclo ORC, o energia termica.

Inoltre (nel caso in cui fosse necessario impiegare anche il gas di testa in utilizzi nei quali è richiesta la massima pulizia del gas) si può procedere alla decatramazione vera e propria del gas di testa, impiegando un sistema che porta il gas di testa ad alta temperatura circa 900°C, con permanenza di 2 secondi; detto sistema sommariamente è costituito da una particolare camera refrattaria, in cui è previsto l'impiego di un bruciatore a gas metano o GPL o simile, che impiega come comburente ossigeno.

La quantità di aria inviata rappresenta l'aria stechiometrica per il combustibile ausiliario metano o GPL o simili, ma non è sufficiente per bruciare il gas di sintesi contenuto nella camera stessa. Il gas di testa, così decatramato, può inoltre essere depolverato e quindi vantaggiosamente miscelato al gas chiaro.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per la produzione di energia elettrica , comprendente almeno i passi di

a- predisporre un cosiddetto C.D.R.;

b- gassificare detto C.D.R., mediante una operazione di distillazione ed una operazione di gassificazione combinata, ottenendo, nella parte inferiore del gassogeno un primo gas privo di distillati, cosiddetto gas chiaro, sostanzialmente privo di prodotti di distillazione, e/o catrame e/o catramina e/o TAR e/o olio e dalla parte superiore del gassogeno un secondo gas, cosiddetto gas di testa, costituito sostanzialmente dai prodotti della detta distillazione e di gas di gassificazione prodotto nella parte sottostante;

c- alimentare detto gas chiaro in un motore endotermico, e/o una turbina e/o un cogeneratore e/o simili essendo detto motore endotermico e/o una turbina e/o un cogeneratore e/o simili dispositivi in grado di trasformare l'energia chimica potenziale del gas chiaro in energia meccanica e successivamente in energia elettrica e/o essendo detti dispositivi connessi ad almeno un alternatore o simili per la produzione di energia elettrica.

2. Metodo secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre il passo di

raffreddare detto gas chiaro, ad esempio in uno scambiatore acqua-gas o simili,

in particolare raffreddare detto gas chiaro in corrispondenza della uscita di detto gas chiaro dal processo di gassificazione.

3. Metodo, secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che comprende inoltre il passo di

depolverare, ovvero abbattere, le polveri del detto gas chiaro, ad esempio con un filtro, in particolare un filtro a maniche o simili

in particolare depolverare detto gas chiaro in uscita da detto raffreddamento.

4. Metodo, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che comprende inoltre il passo di

stoccare detto gas chiaro.

5. Metodo, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che comprende inoltre il passo di

depurare detto gas di testa dai residui oleosi e del catrame e/o della catramina e/o del TAR o simili, mediante un processo di combustione, ovvero bruciando detto gas di testa in una camera di combustione.

6. Metodo, secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detto processo di combustione prevede una permanenza a temperature sostanzialmente maggiori di 850°C per un tempo sostanzialmente di almeno 2 secondi con un tenore di O₂ libero sostanzialmente > 6%.

7. Metodo, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che comprende inoltre il passo di

impiegare i fumi caldi prodotti dalla detta combustione del gas di testa per generare energia termica e/o acqua calda e/o vapore.

8. Metodo, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che comprende inoltre il passo di

decatramare il gas di testa, mediante permanenza del detto gas di testa ad alta temperatura, sostanzialmente tra 850°C e 950°C, preferibilmente 900°C, con permanenza di sostanzialmente 2 secondi, preferibilmente in una camera refrattaria.

9. Metodo, secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detta camera refrattaria per la decatramazione prevede l'impiego di un bruciatore che utilizza come combustibile gas metano o GPL o simili e, come comburente, ossigeno ed in cui la quantità di ossigeno inviata rappresenta l'ossigeno stechiometrico per il combustibile metano o GPL o simili, non essendo sufficiente per bruciare il detto gas di testa.

10. Metodo, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che comprende inoltre il passo di

depolverare detto gas di testa, in uscita al detto passo di decatramazione, ad esempio in un filtro a maniche o simili.

11. Metodo, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che comprende inoltre il passo di miscelare detto gas di testa a detto gas chiaro, in particolare, miscelare detto gas di testa a detto

gas chiaro in corrispondenza dell'uscita del detto gas chiaro da detto passo di raffreddamento.

12. Impianto per la produzione di energia elettrica, mediante un motore endotermico e/o una turbina e/o simili; detto motore endotermico e/o turbina e/o simili essendo alimentato da un gas prodotto dalla gassificazione dei cosiddetti C.D.R.

caratterizzato dal fatto che:

detto impianto prevede un gassogeno, in cui detto gassogeno è un cosiddetto gassogeno a doppio stadio (1), ovvero un gassogeno atto produrre un primo gas, cosiddetto gas di testa, ed un secondo gas, cosiddetto gas chiaro, detto gas chiaro essendo sostanzialmente privo di catrame o catramina e detto motore endotermico e/o una turbina e/o simili, essendo alimentati direttamente per mezzo di detto gas chiaro.

13. Impianto, secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che detto impianto comprende una zona per la produzione di energia elettrica (9), detta zona comprendendo dispositivi in grado di trasformare l'energia termica potenziale di un gas in energia meccanica e successivamente in energia elettrica, quali un motore a ciclo otto, una turbina e/o simili.

14. Impianto, secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che detta zona per la produzione dell'energia elettrica (9) comprende preferibilmente un motore endotermico (91) ed un alternatore (92) connesso a detto motore endotermico (91).

15. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 14, caratterizzato dal fatto che detto C.D.R., o comunque, il detto combustibile dell'impianto va ad alimentare detto gassogeno (1), in particolare detto gassogeno a doppio stadio (1) per mezzo di un sistema di caricamento.

16. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 15, caratterizzato dal fatto che detto sistema di caricamento comprende un dispositivo di stoccaggio ed alimentazione (2), il quale dispositivo di stoccaggio ed alimentazione (2) comprende almeno un contenitore in lamiera, aperto nella parte superiore per permettere il caricamento del materiale e comprende inoltre un nastro (22) per convogliare il materiale

verso un nastro, preferibilmente un nastro inclinato (3) di caricamento per uno skip (4).

17. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 16, caratterizzato dal fatto che detto sistema di caricamento comprende uno skip (4) di caricamento, ovvero un dispositivo basato su di un contenitore (4),
5 cosiddetto skip, vincolato ad almeno una, preferibilmente due guide (41), che guidano detto skip (4) secondo una corsa verticale, preferibilmente parallela al detto gassogeno (1).

18. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 17, caratterizzato dal fatto che quando detto skip (4) raggiunge un fine-corsa,
10 esegue una rotazione sull'asse orizzontale e scarica il materiale su un nastro (5), detto nastro (5) essendo appartenente ad un gruppo di caricamento (6) del gassogeno (1).

19. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 18, caratterizzato dal fatto che detto gruppo di caricamento (6) del gassogeno
15 (1) comprende detto nastro (5) che convoglia il materiale in una doppia valvola di carico, preferibilmente del tipo a comando oleodinamico.

20. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 19, caratterizzato dal fatto che detta doppia valvola di carico comprende
20 preferibilmente una bocca di caricamento (61), una camera (62) sigillata da due portelli (63,64) a tenuta che si aprono alternativamente ed è atta a evitare il deflusso del gas e/o l'ingresso dell'aria atmosferica.

21. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 20, caratterizzato dal fatto che detto gassogeno a doppio stadio (1) è un
25 gassogeno a doppio stadio atto ad utilizzare combustibili che hanno un elevato contenuto di carbonio, quale il CDR.

22. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 21, caratterizzato dal fatto che detto gassogeno a doppio stadio (1) comprende
nella parte alta una "storta" (11) di distillazione ed una zona di corpo (21).

23. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 22,
30 caratterizzato dal fatto che la pirolisi del C.D.R. e la distillazione del catrame avvengono all'interno di detto gassogeno a doppio stadio (1) in modo controllato, mantenendo una temperatura all'uscita del gas di testa preferibilmente intorno a 150°C.

24. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 23, caratterizzato dal fatto che detta temperatura è controllata facendo passare una quantità variabile di gas proveniente dalla zona di gassificazione, attraverso la strato di combustibile che si trova nella zona di distillazione.

5 25. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 24, caratterizzato dal fatto che la sezione inferiore (31) del detto gassogeno gassifica del combustibile che ha già ceduto i distillati ed in particolare è privo di "TAR".

10 26. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 25, caratterizzato dal fatto che il riscaldamento della detta storta di distillazione (11) avviene in maniera diretta ed indiretta: diretta, mediante il gas che attraversa il CDR; indiretta, mediante la rimanente parte di gas che lambisce le pareti della detta storta di distillazione (11).

15 27. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 26, caratterizzato dal fatto che il detto gas di testa è costituito dai prodotti della gassificazione e distillazione del CDR e da gas proveniente dalla zona sottostante di gassificazione e detto gas chiaro, proveniente dalla zona di gassificazione, è esente da prodotti di pirolisi, da catrame e da olio ed idoneo ad essere inviato a motori endotermici.

20 28. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 27, caratterizzato dal fatto che l'estrazione delle ceneri dal detto gassogeno a doppio stadio è automatica, in funzione del livello raggiunto dalle stesse entro il gassogeno (1); ovvero, nel detto gassogeno (1), le ceneri sono comprese fra una griglia rotante (41) e la zona di combustione; detto
25 gassogeno (1) comprende inoltre termocoppie, una prima delle quali termocoppie è installata sotto alla detta griglia (41) ed una seconda delle quali termocoppie è installata sulla parte superiore della zona delle ceneri e, essendo fissato un livello preferito di strato delle ceneri nel gassogeno tale che protegga la detta griglia e che non sia troppo alto per occupare la zona
30 di combustione, quando lo strato delle ceneri è troppo basso, la termocoppia inferiore sotto la griglia segnala un aumento di temperatura, mentre, se lo strato delle ceneri è troppo alto, la termocoppia superiore segnerà una diminuzione di temperatura, in modo tale per cui l'estrazione delle ceneri

con la rotazione della griglia viene regolata in funzione di tali temperature rilevate, in modo automatico.

29. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 28, caratterizzato dal fatto che il rapporto in volume tra il detto gas chiaro ed il detto gas di testa è regolabile in funzione del tiraggio e/o della regolazione di due valvole poste su ognuna delle due tubazioni, ovvero della valvola del gas di testa e della valvola del gas chiaro e preferibilmente il rapporto è di 4 (gas chiaro) : 1 (gas di testa).

30. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 29, caratterizzato dal fatto che detto gas chiaro esce dal detto gassogeno a temperatura di circa 650 °C e con un p.c.i di circa 1.290 kcal/Nmc .

31. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 30, caratterizzato dal fatto che detto impianto comprende inoltre una zona di raffreddamento e depolverazione (8) comprendente preferibilmente uno scambiatore gas/acqua (81) ed un filtro, in particolare un filtro a maniche (82).

32. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 31, caratterizzato dal fatto che detto gas di testa esce dal detto gassogeno preferibilmente con un potere calorifico di circa 1.340 Kcal/Nmc e con una temperatura di circa 160 ÷ 200 °C.

33. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 32, caratterizzato dal fatto che detto impianto comprende una camera di combustione (71) per il gas di testa atta a depurare detto gas di testa dai residui oleosi e di catrame, facendo bruciare il gas di testa a temperature maggiori di 850 °C per almeno 2 secondi.

34. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 33, caratterizzato dal fatto che detto impianto comprende una camera di postcombustione (72), avente un tenore di O₂ libero maggiore del 6% ed atta a impiegare i fumi caldi prodotti dalla detta combustione per generare energia termica e/o acqua calda e/o vapore.

35. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 34, caratterizzato dal fatto che detto impianto comprende una camera refrattaria di decatramazione per detto gas di testa, in cui detto gas di testa permane in detta camera refrattaria ad alta temperatura, ad esempio circa 900°C, con

permanenza di 2 secondi; detta camera refrattaria essendo provvista di un bruciatore a gas metano o GPL o simile che impiega come comburente ossigeno ed in cui la quantità di ossigeno inviata rappresenta l'ossigeno stechiometrico per il combustibile metano o GPL o simili, ma non è sufficiente per bruciare il gas di testa contenuto nella camera stessa.

36. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 35, caratterizzato dal fatto che il gas di testa è inoltre depolverato e quindi vantaggiosamente miscelato al detto gas chiaro.

37. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 36, caratterizzato dal fatto che i fumi in uscita dal detto motore endotermico e/o una turbina e/o un cogeneratore e/o simili, essendo detto motore endotermico e/o una turbina e/o un cogeneratore e/o simili dispositivi in grado di trasformare l'energia chimica potenziale del gas chiaro in energia meccanica e successivamente in energia elettrica, sono miscelati a detto gas di testa in uscita dal processo di gassificazione.

38. Impianto, secondo una o più delle rivendicazioni da 12 a 37, caratterizzato dal fatto che detto gassogeno doppio stadio viene alimentato con C.D.R.-Q secondo la norma Uni 9903-1.

TAVOLA 1

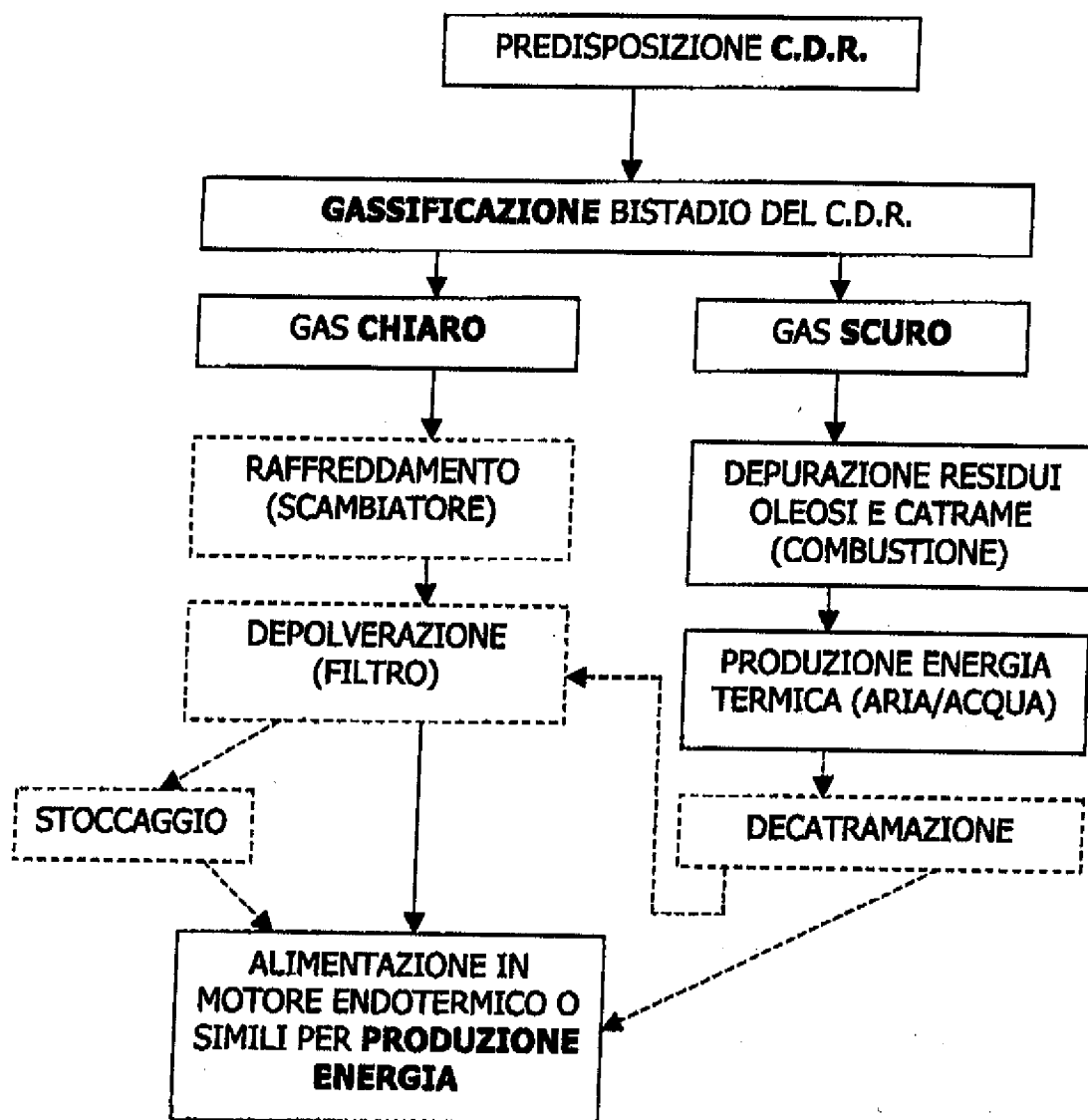


FIG.1

TAVOLA 2

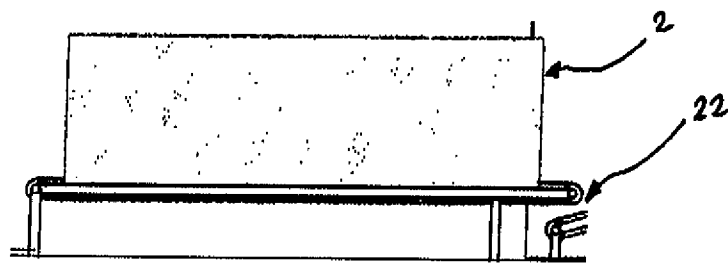


FIG. 2

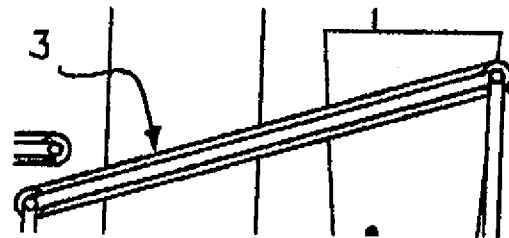


FIG. 3

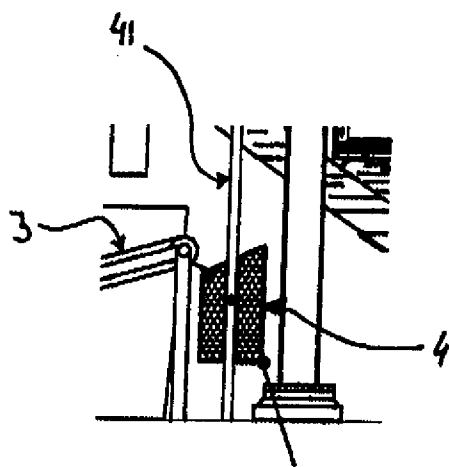


FIG. 4

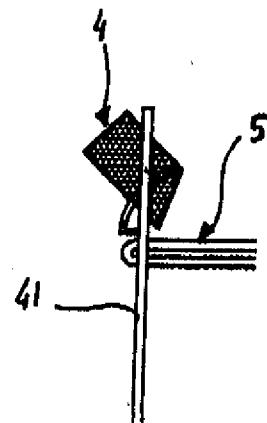


FIG. 5

TAVOLA 3

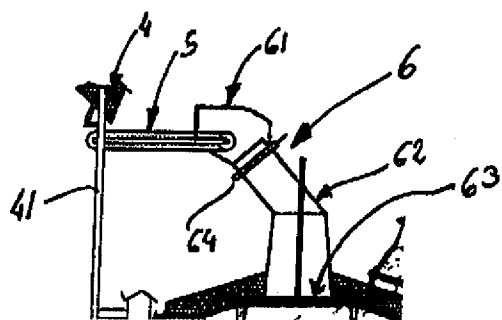


FIG. 6

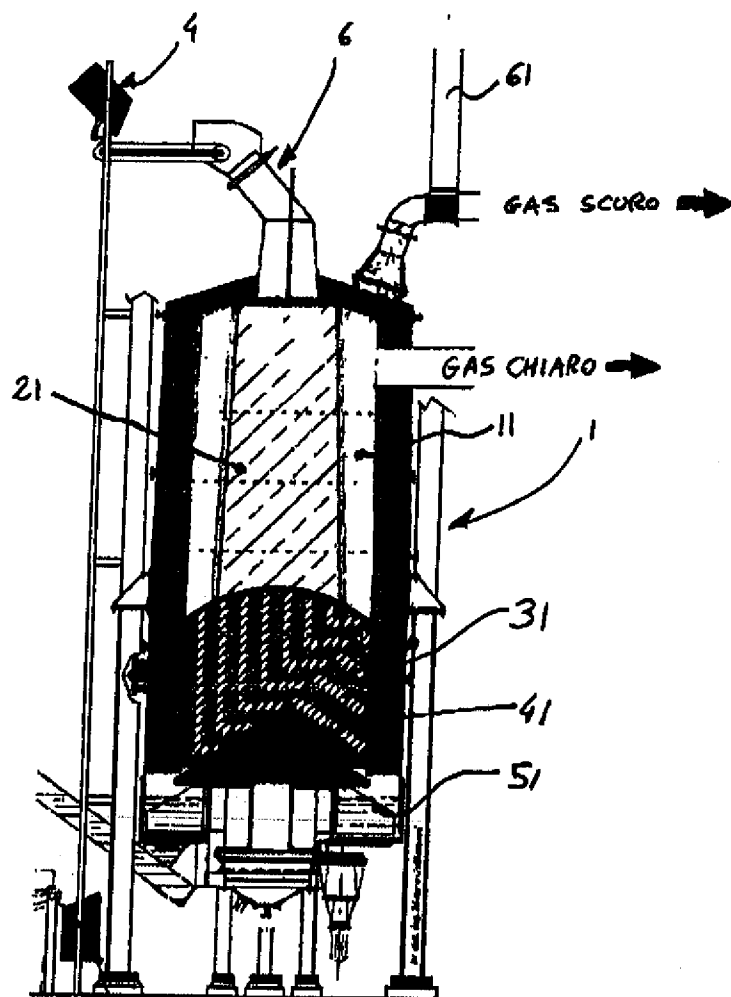


FIG. 7

TAVOLA 4

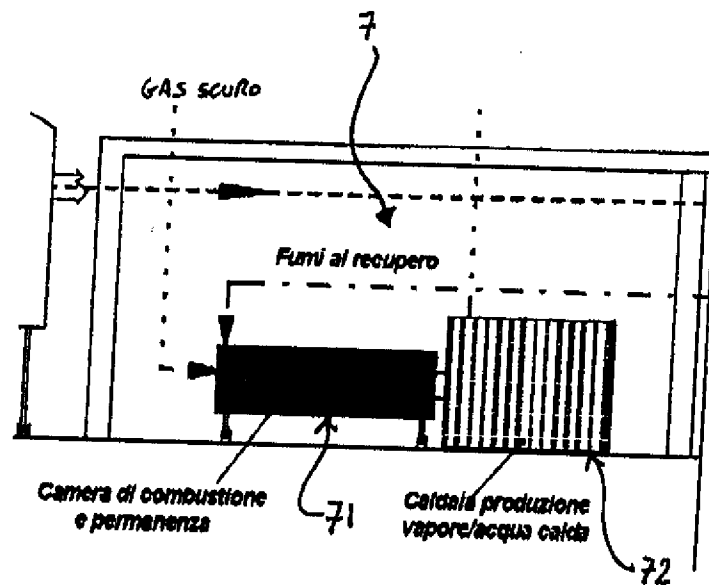


FIG.8

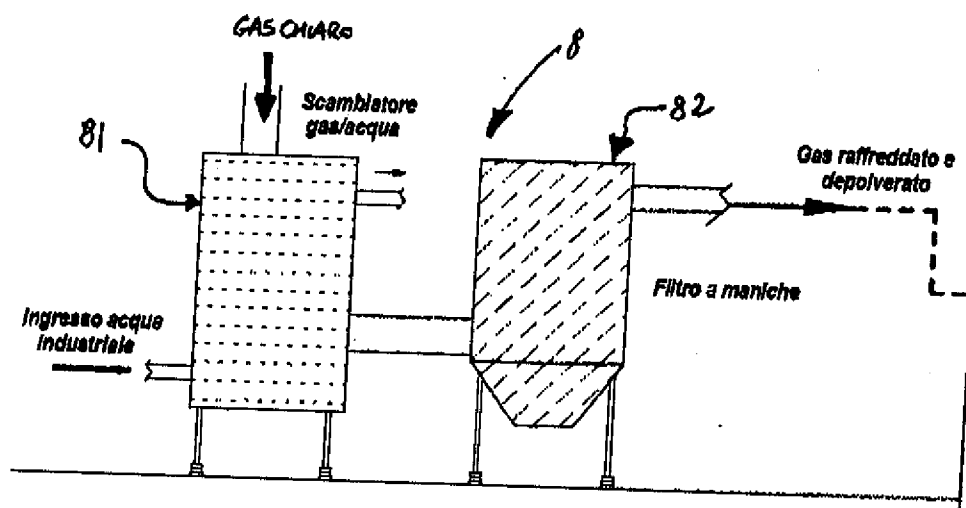


FIG.9

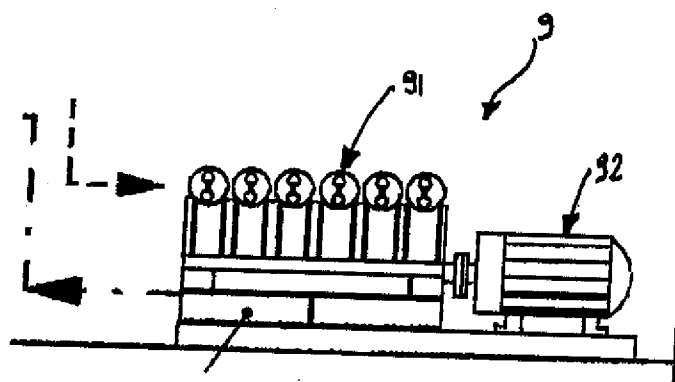


FIG.10

TAVOLA 5

FIG. 11

