



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101980900000568
Data Deposito	09/05/1980
Data Pubblicazione	09/11/1981

Titolo

Sistema a circuito chiuso con caldaia alimentata da fluido geotermico, da combustibili a basso potere calorifico o dal calore latente del vapore di scarico di una turbina a vapore d'acqua con turbina a vapore di miscela di protossido di azoto (N₂O) e di anidride carbonica (CO₂)

1131/80/V

STUDIO CONSULENZA BREVETTI JAUMANN
MILANO-Piazza Castello, 2

Descrizione dell'invenzione avente per titolo :

" Sistema a circuito chiuso con caldaia alimentata da fluido geotermico, da combustibili a basso potere calorifico o dal calore latente del vapore di scarico di una turbina a vapore d'acqua con turbina a vapore di miscela di protossido di azoto (N_2O) e di anidride carbonica (CO_2) "

del signor Giunio Guido Santi

residente a Milano

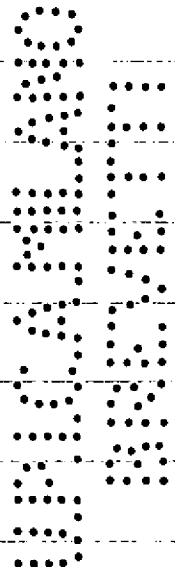
depositata il :

- 9 MAG. 1980

21 9 2 8 A/80

Riassunto

L'invenzione riguarda un sistema per produrre energia meccanica trasformando l'energia termica contenuta nei giacimenti geotermici, o nei combustibili a basso potere calorifico, o nel calore latente del vapore d'acqua di scarico di una turbina classica il quale sistema è costituito sostanzialmente da una caldaia, una turbina a vapore, e da un condensatore, in circuito chiuso, dove il fluido intermedio di riscaldamento della caldaia è un fluido geotermico, un cascame di calore proveniente da un altro impianto convenzionale od i prodotti della combustione di un combustibile a basso potere calorifico, caratterizzato dal fatto che il fluido operante è una miscela di vapore di protossido di azoto e anidride carbonica con temperature d'ingresso variabili fra $50^{\circ}C$ e $300^{\circ}C$, nonchè dal fatto che la miscela di protossido d'azoto li-



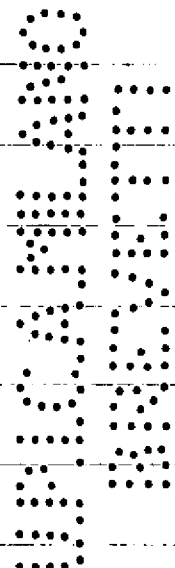
guido e l'anidride carbonica liquida viene pompato dal condensatore nella caldaia.

Stato della tecnica

Come è noto, presentemente vengono usate, per lo sfruttamento di fonti energetiche geotermiche o di altri fluidi a basso contenuto entalpico o turbine a vapore alimentate da vapor d'acqua di provenienza geotermica o turbine a vapore di ammoniaca, dove l'ammoniaca è stata preventivamente vaporizzata in una caldaia alimentata dal fluido di provenienza geotermica.

Nel primo caso, dove il vapor d'acqua è di diretta provenienza geotermica, si è costretti a lavorare, per problemi di incrostazioni e di corrosione, con pressioni e titoli allo scarico non ottimali ; nel secondo caso si è costretti ad impiegare costosi ed ingombranti scambiatori di calore per trasferire l'energia termica dal fluido geotermico al fluido operante ed a causa del basso livello entalpico, si è costretti ad operare con un basso livello di pressione, date le caratteristiche della ammoniaca, e quindi con una macchina di alto volume specifico in rapporto alla potenza erogata.

In entrambi i casi il rendimento, concepito come rapporto inverso fra l'energia termica contenuta in un kg di fluido proveniente dal sottosuolo o da altra fonte e la energia meccanica prodotta è molto



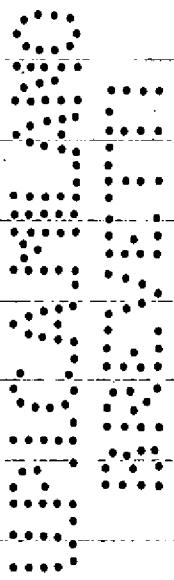
basso a causa dell'alto calore latente di vaporizzazione dei fluidi presentemente usati.

Descrizione dell'invenzione

La presente invenzione ha preso l'avvio dalle precedenti considerazioni per selezionare un fluido che nel campo delle temperatura della geotermia, dei fluidi a basso livello entalpico, ed in quello raggiungibile con i combustibili a basso potere calorifico, fra i 50°C ed i 300°C, si comporti come un vapore surriscaldato, per realizzare un sistema che consenta di sfruttare al massimo l'energia contenuta nel kg di fluido geotermico, o nel kg di combustibile a basso potere calorifico o nel kg di fluido a basso livello entalpico, eliminando, ove possibile, i pesanti e costosi scambiatori di calore della caldaia.

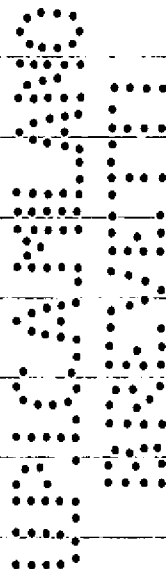
La presente invenzione si basa sull'impiego della miscela di protossido d'azoto (N_2O) e di anidride carbonica (CO_2) come fluido operante per la turbina a vapore, e lo stesso fluido è scaldato, ove possibile per contatto diretto con il fluido geotermico o con il giacimento geotermico stesso.

I vantaggi che derivano dall'impiego della miscela di protossido di azoto (N_2O) e anidride carbonica (CO_2) come fluido operante e talvolta come fluido intermedio sono:



- la temperatura critica media fra le due provoca il passaggio di stato dalla fase liquida alla fase di vapore qualunque sia la pressione e pertanto la miscela di protossido di azoto (N_2O) e anidride carbonica (CO_2) produce vapore surriscaldato alla pressione voluta nel campo di temperature dove gli altri fluidi usati consentono di produrre solo vapore saturo;
- la bassa solubilità in acqua calda che consente la produzione di vapore per contatto diretto con il fluido geotermico, o con il giacimento stesso, e la sua successiva immissione diretta nella macchina operatrice;
- il basso calore di vaporizzazione della miscela di protossido di azoto (N_2O) ed anidride carbonica (CO_2), per rapporto agli altri fluidi, che permette di conseguire i più alti rendimenti di trasformazione e quindi di sfruttare al massimo il giacimento geotermico od il combustibile a basso potere calorifico^{od} il fluido a basso livello entalpico;
- la miscela di protossido di azoto (N_2O) ed anidride carbonica (CO_2) non è tossica, non è infiammabile, è stabile alle temperature fra i $50^\circ C$ ed i $300^\circ C$;
- essa è inoltre di facile produzione ed è economica.

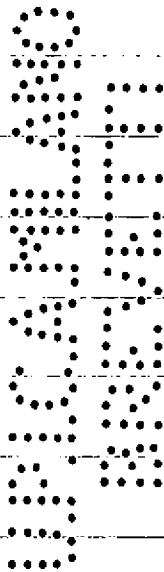
Un primo esempio di realizzazione del sistema con turbina a vapore di miscela di protossido d'azoto (N_2O) e di anidride carbonica (CO_2) e con cal-



daia geotermica, secondo la presente invenzione viene descritto qui di seguito, al quale esempio per altro la presente invenzione non è limitata. Il sistema è costituito, vedi figura 1, da una piattaforma "J" sistemata su di un fondale marino, da un giacimento geotermico "G", schematizzato da uno strato di roccia impermeabile (R.I.) che ricopre uno strato di roccia permeabile (R.P.-F.L.D.), da un pozzo di mandata (Pm), munito di un sistema di controllo testa pozzo "Tpm", da un sistema di controllo pressione (Pm'), da una turbina a vapore di miscela di protossido di azoto e di anidride carbonica (T) accoppiata ad un alternatore (A), da uno scambiatore di calore (Ec), da un condensatore (Co), da una pompa alimento caldaia (Pc), da un pozzo di ricarica (Pri) munito di sistema di controllo testa pozzo (Tpri), e da un serbatoio di carica e di ricarica (Sbc), munito di valvola di intercettazione V, per la miscela di protossido di azoto (N_2O) e di anidride carbonica (CO_2).

Il giacimento G è in questo esempio, un giacimento geotermale a fase liquida dominante, ma può essere indifferentemente un giacimento a fase di vapore dominante, a rocce calde secche od a geopressione.

La miscela di protossido d'azoto (N_2O), ed anidride carbonica (CO_2), attraverso la pompa (Pc), viene pompata liquida nel giacimento G dove vaporizza-



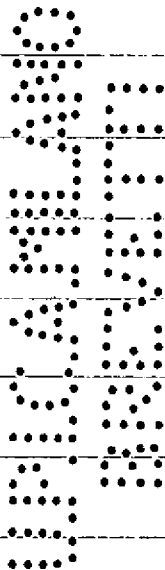
za, per effetto del calore del giacimento, sino alla pressione voluta.

Il vapore di miscela di protossido d'azoto (N_2O) e di anidride carbonica (CO_2) viene prelevato come fluido geotermico (Fg) attraverso il pozzo di mandata (Pm), fatto espandere nella turbina (T) al vapore di miscela di protossido d'azoto (N_2O) ed anidride carbonica (CO_2), ad una temperatura inferiore a quella del refrigerante del condensatore (Co), riscaldato ad una temperatura superiore a quella del refrigerante del condensatore (Co) nello scambiatore (Ec), per effetto del calore contenuto nelle acque superficiali più calde di quelle di fondo, quindi avviato nel condensatore (Co) dove condensa e viene rimandato liquido nel giacimento (G) per mezzo della pompa (Pc).

Come si può ben vedere, in questo esempio lo scambiatore di calore della caldaia è costituito dalla roccia permeabile del giacimento (G).

Un secondo esempio di realizzazione del sistema con turbina al vapore di miscela di protossido d'azoto (N_2O) e di anidride carbonica (CO_2) e con caldaia alimentata con fluido geotermico, secondo la presente invenzione, viene descritto qui di seguito, al quale esempio per altro la presente invenzione non è limitata.

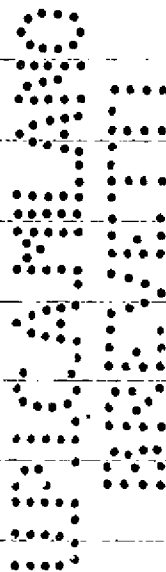
Il sistema è costituito, (vedi fig.2), da un giacimento geotermico (G) schematizzato da uno stra-



to di roccia permeabile (RP) contenente un fluido a fase
liquida dominante (F.L.D.) da uno strato di roccia imper-
meabile (RI), da un pozzo di mandata (Pm) munito di control-
lo testa pozzo (Tpm), da un sistema di controllo del fluido
di mandata (Pm), da una caldaia (Ca) da una pompa di reflui-
mento (Pr), da un pozzo di ricarica (Pri) munito di control-
lo testa pozzo (Tpri), da una turbina a vapore di miscela
di protossido d'azoto e anidride carbonica (T), accoppiata
ad un generatore (A), da un condensatore (Co) attraverso
il quale circola il refrigerante (a.f.), dalla pompa di
alimentazione caldaia (Pc), e da un serbatoio di carica di misce-
la di protossido d'azoto ed anidride carbonica (SbC) munito
di valvola V. Il fluido geotermico (Fg) prelevato dal gia-
cimento viene fatto circolare nella caldaia (Ca), attra-
verso il pozzo (Pm) e quindi ripompato nel giacimento (G)
attraverso la pompa (Pr) ed il pozzo (Pri).

Nella caldaia (Ca) il fluido (Fg) cede calo-
re alla miscela di protossido di azoto liquido ed anidride
carbonica liquida proveniente dal condensatore (Co), la qua-
le miscela vaporizza e viene fatta lavorare nella turbina
a vapore di miscela di protossido di azoto e anidride car-
bonica (T).

Il circuito chiuso della turbina, conden-
satore e caldaia viene inizialmente riempito e pressurizza-
to con miscela di protossido d'azoto (N_2O) ed anidride



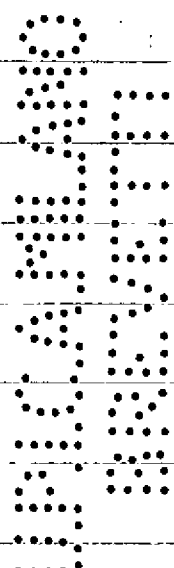
carbonica (CO_2) ad una pressione mai inferiore alle 13 atmosfere.

La miscela di protossido d'azoto liquido e anidride carbonica vaporizzando in caldaia, raggiunge la pressione prefissata, in funzione solo della pressione della pompa alimento caldaia, in quanto la temperatura in caldaia è superiore alla temperatura critica media fra i due fluidi, viene fatta espandere nella turbina (T), dove produce lavoro meccanico, e quindi liquefatta nel condensatore (Co) secondo lo schema classico.

Un altro esempio di realizzazione del sistema con turbina a vapore di miscela di protossido d'azoto (N_2O) e anidride carbonica (CO_2) e con caldaia alimentata dai prodotti della combustione di un combustibile a basso potere calorifico, secondo la presente invenzione viene descritto qui di seguito, al quale esempio per altro la presente invenzione non è limitata.

Il sistema è costituito da una caldaia del tipo a tubi d'acqua o tubi di fiamma, da una turbina a vapore di miscela di protossido di azoto, ed anidride carbonica, da un condensatore e da una pompa alimento caldaia in circuito chiuso fra di loro.

Il circuito è riempito di miscela di protossido d'azoto liquido ed anidride carbonica liquida ad una pressione mai inferiore alle 13 atmosfere in



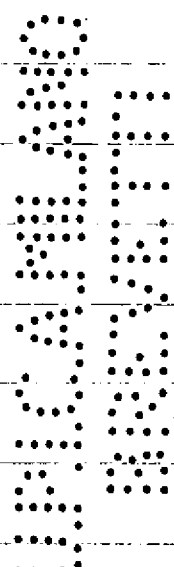
fase di avviamento.

Nel focolare della caldaia si brucia un qualunque combustibile a basso potere calorifico.

La miscela di protossido di azoto liquido e di anidride carbonica liquida, pompata in caldaia, vaporizza ad una pressione in funzione solo della potenza della pompa di alimento caldaia, viene fatta espandere nella turbina a vapore di miscela di protossido di azoto ed anidride carbonica e quindi condensata nel condensatore per essere riavviata liquida in caldaia secondo lo schema classico .

Un altro esempio è quello dove il sistema è collegato ad una centrale classica termica a vapore d'acqua sia essa convenzionale od atomica, schematizzata (vedi figura 3) da una caldaia a vapore d'acqua (CVa) munita di focolare (Fo) e fumaiolo (Fu), da una turbina a vapore d'acqua (Tu, Va), da un condensatore del vapore d'acqua (CoVa), da una pompa del condensatore vapore d'acqua (PcVa), da una mandata di vapore (MaV) ed un ritorno (RiV).

Il sistema in oggetto è costituito da uno scambiatore di calore (EG1) e da uno scambiatore di calore (Su) sistemati entrambi nella fonte di calore della centrale, da una turbina (TuVCO₂) a vapore di miscela di protossido d'azoto (N₂O) ed anidride carbonica

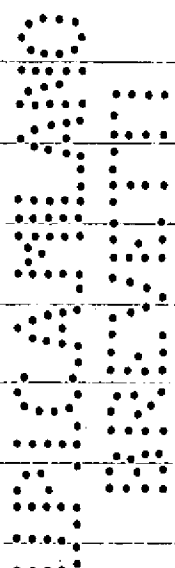


(CO₂), da uno scambiatore di calore (EC2), da un condensatore di vapore di miscela di protossido d'azoto ed anidride carbonica (CoN₂O), da una fonte di refrigerante per il condensatore (Ref) munita di pompa refrigerante (Pref) e da una pompa di alimentazione di caldaia di miscela di protossido d'azoto ed anidride carbonica (PeCO₂). Lo scambiatore di calore (EC1) è in circuito chiuso sullo scambiatore (EC2); essi sono pieni dello stesso fluido, generalmente acqua, la cui circolazione è garantita dalla pompa (PEC1).

Come si può notare la caldaia del sistema è costituita dal condensatore del vapor d'acqua della centrale principale che è refrigerato dalla miscela di protossido d'azoto ed anidride carbonica condensata e refrigerata dal refrigerante (Ref) nel condensatore (CoCO₂).

La miscela di anidride carbonica liquida e protossido d'azoto, proveniente dal condensatore (CoCO₂) viene mandata, per mezzo della pompa (PeCO₂) alla pressione desiderata, nella caldaia (CoVa), dove assorbe il calore di condensazione del vapor d'acqua, che condensa e ritorna in ciclo nella sua caldaia (CVa), vaporizza non appena raggiunta la temperatura critica e prosegue nello scambiatore di calore (Su) dove surriscalda alla temperatura desiderata.

Quindi viene fatta espandere nella turbina a vapore di miscela di anidride carbonica e protos-



sido di azoto (TuVCO_2) e scaricata ad una temperatura che può essere di molto inferiore alla temperatura del refrigerante (Ref).

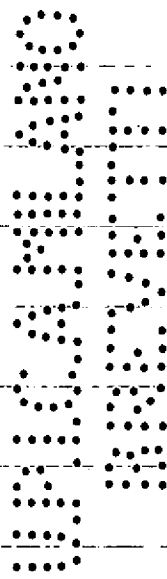
In questo gasoapassa attraverso lo scambiatore di calore (EC2) dove si riscalda ad una temperatura superiore a quella del refrigerante (Ref), si condensa nel condensatore (CoCO_2) e ritorna in ciclo attraverso la pompa (PeCO_2).

La temperatura di vaporizzazione critica provoca il passaggio di stato dalla fase liquida alla fase di vapore indipendentemente dalla pressione e pertanto la miscela di anidride carbonica e protossido d'azoto produce vapore surriscaldato nel campo di temperature dove gli altri fluidi consentono di produrre solo vapore saturo.

Il basso calore di vaporizzazione della miscela di anidride carbonica e protossido d'azoto per rapporto agli altri fluidi permette di conseguire i più alti rendimenti di trasformazione e quindi di sfruttare al massimo il calore di condensazione del vapore di acqua.

L'alta pressione di scarico, mai inferiore alle 15 atmosfere, consente di realizzare macchine estremamente compatte.

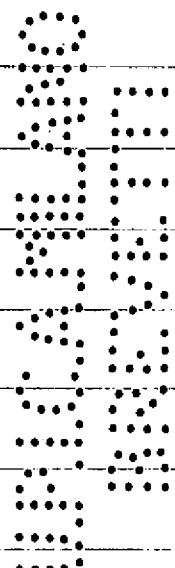
Un altro vantaggio consiste nell'ot-



timo comportamento come vapore alle temperature inferiori
allo 0°C, in fase di scarico . Infine si ha la possibilità
di operare con pressioni elevatissime nel campo delle tem-
perature indicate (35°C-300°C).

Rivendicazioni

- 1.- Sistema per produrre energia meccanica trasformando l'energia contenuta nel calore di condensazione del vapore d'acqua, con turbina a vapore, a circuito chiuso, caratterizzata dal fatto che il fluido operante è vapore di miscela di anidride carbonica e protossido d'azoto con temperature di ingresso variabili fra 35°C e 300°C, nonché dal fatto che la miscela di anidride carbonica liquida e protossido d'azoto liquido viene pompata nel condensatore del vapore d'acqua come fluido refrigerante dello stesso.
- 2.- Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la miscela di anidride carbonica, e protossido d'azoto, quale fluido operante, è vaporizzata e surriscaldata per contatto indiretto con il vapore di scarico di una turbina a vapore.
- 3.- Sistema secondo le rivendicazioni 1 e 2 caratterizzato dal fatto che la pressione di scarico è sempre superiore alle 15 atmosfere.
- 4.- Sistema secondo le rivendicazioni 1, 2 e 3 caratterizzato dal fatto che il circuito è pressurizzato in partenza ad una pressione sempre superiore alle 15 atmosfere.

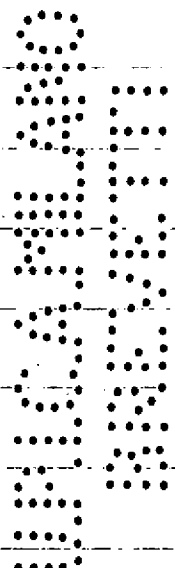


5.- Sistema secondo le rivendicazioni da 1 a 4, caratterizzato dal fatto che il vapore della miscela di anidride carbonica e protossido d'azoto viene surriscaldato in uno scambiatore di calore alimentato dai cascami di calore della centrale a cui il sistema è attaccato.

6.-: Sistema secondo le rivendicazioni da 1 a 5, caratterizzato dal fatto che la temperatura di scarico della turbina a vapore di miscela di anidride carbonica e protossido d'azoto è inferiore alla temperatura del refrigerante del suo condensatore.

7.- Sistema secondo le rivendicazioni da 1 a 6 per produrre energia meccanica trasformando energia geotermica a basso livello entalpico, od energia termica contenuta in combustibili a basso potere calorifico, con turbina a vapore, a circuito chiuso, caratterizzato dal fatto che il fluido operante è vapore di miscela di protossido di azoto (N_2O) e anidride carbonica (CO_2) con temperatura d'ingresso variabile fra $50^{\circ}C$ e $300^{\circ}C$, nonchè dal fatto che la miscela di protossido d'azoto e anidride carbonica (CO_2), liquida viene pompata nella caldaia.

8.- Sistema secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che la miscela di protossido di azoto liquido ed anidride carbonica, quale fluido operante, viene riscaldata e vaporizzata direttamente nel giacimento che funziona come la caldaia del sistema.



9.- Sistema secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che la miscela di protossido d'azoto (N_2O) ed anidride carbonica (CO_2), quale fluido operante, viene riscaldata e vaporizzata per contatto indiretto con il giacimento geotermico.

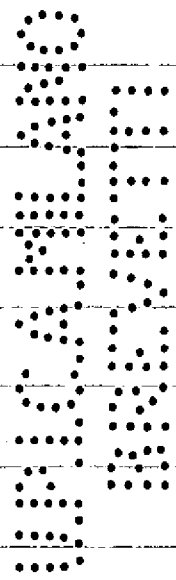
10.- Sistema secondo le rivendicazioni 7 e 8, caratterizzato dal fatto che la miscela di protossido d'azoto e anidride carbonica, quale fluido operante, è riscaldata per contatto diretto con il fluido geotermico presente nel giacimento.

11.- Sistema secondo le rivendicazioni 7 e 9, caratterizzato dal fatto che la miscela di protossido d'azoto, ed anidride carbonica, quale fluido operante, è riscaldata per contatto indiretto con il fluido geotermico presente nel giacimento.

12.- Sistema secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che il fluido operante miscela di protossido d'azoto (N_2O) ed anidride carbonica (CO_2) è vaporizzato in una caldaia alimentata da combustibile a basso potere calorifico.

13.- Sistema secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 12, caratterizzato dal fatto che la pressione di scarico della turbina è sempre superiore alle 13 atmosfere.

14.- Sistema secondo le rivendicazioni 7, 8 e 10, caratterizzato dal fatto che in un condensatore si separa



la miscela di protossido d'azoto liquido ed anidride carbonica liquida da altri fluidi presenti nel giacimento.

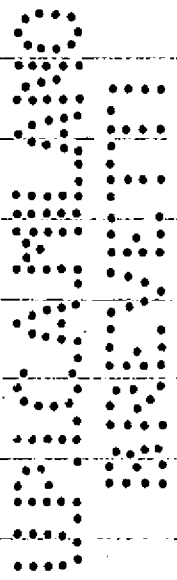
15.- Sistema secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 14, caratterizzato dal fatto che il circuito è pressurizzato in partenza da una pressione sempre superiore alle 13 atmosfere.

16.- Sistema secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 15 caratterizzato dal fatto che la temperatura di scarico della turbina è inferiore alla temperatura del refrigerante del condensatore.

17.- Sistema secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 16 caratterizzato dal fatto che la miscela di protossido d'azoto ed anidride carbonica viene riscaldata in uno scambiatore di calore ad una temperatura superiore a quella del refrigerante del condensatore, prima di essere avviato al condensatore stesso.

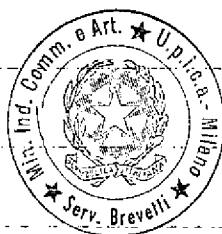
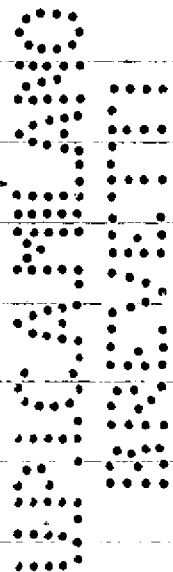
18.- Sistema secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 17 caratterizzato dal fatto che l'impianto è realizzato "offshore", su di una struttura fissa o mobile dove il riscaldamento del fluido allo scarico della turbina, è realizzato con le acque superficiali, e la condensazione del fluido nel condensatore è ottenuta usando l'acqua di refrigerazione prelevata dal fondo del mare.

19.- Sistema secondo le rivendicazioni da 1 a 18 dove il fluido operante è una miscela azeotropica di protossido



d'azoto e di anidride carbonica.

STUDIO CONSULENZA BREVETTI
JAUMANN



l'Ufficiale Rogante
(Idillio Russo)

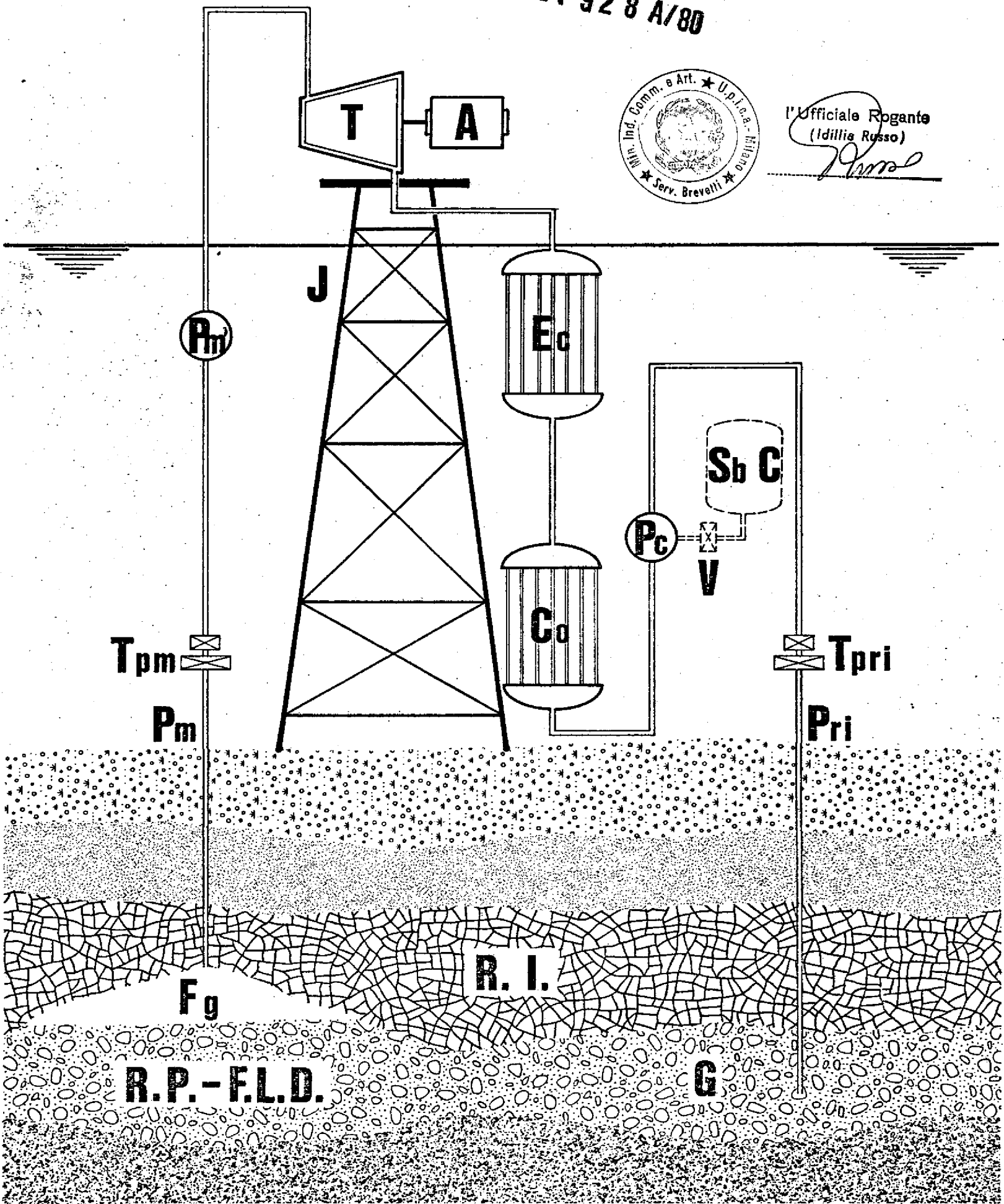
Idillio Russo

21 92 8 A/80

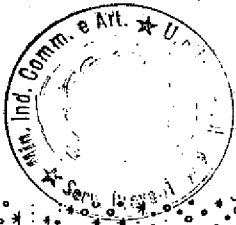
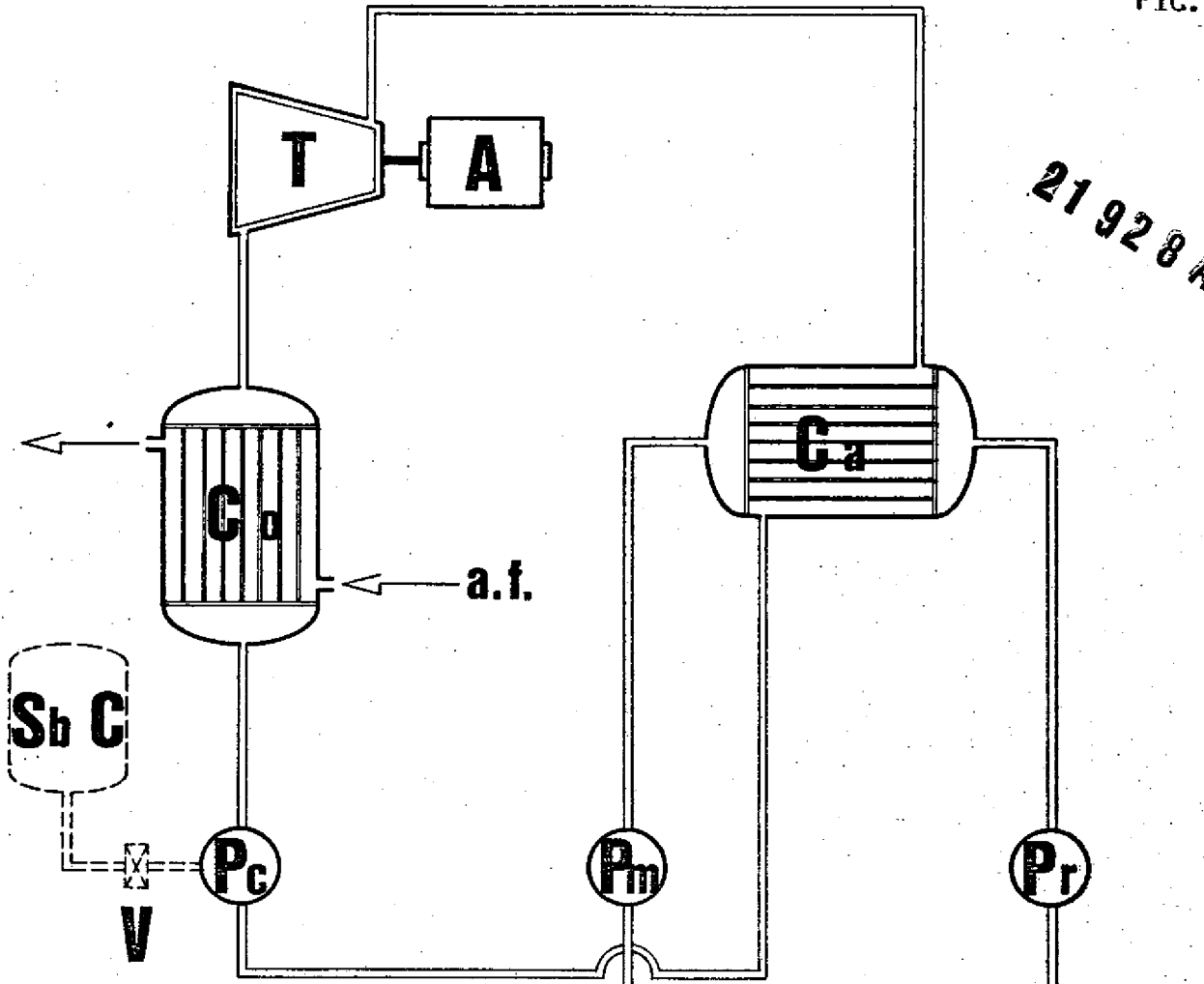


l'Ufficiale Rogante
(Idillia Russo)

Idillia Russo



21 92 8 A/80



l'Ufficiale Rogante

(ditta Russo)

[Signature]

Tpm

Tpri

Pm

Pri

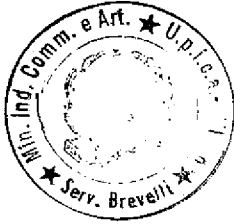
R. I.

Fg

R.P.-F.L.D.

G

FIG. 3



l'Ufficiale Rogante
(Idillie Russo)

[Handwritten signature]

21 928 A/80

