



315500

P A T E N T E
D E
I N V E N C I O N

por "PERFECCIONAMIENTOS EN CENTRALES DE ENERGIA TERMICA",
a favor de la firma británica INTERNATIONAL RESEARCH & DEVELOPMENT
COMPANY LIMITED, residente en Fossway, Newcastle upon Tyne 6
(Inglaterra).

= . =

MEMORIA DESCRIPTIVA

Este invento se refiere a centrales de energía térmica
que incluyen generadores magnetohidrodinámicos.

- Con las formas actuales de los generadores magnetohidro-
dinámicos (MHD) de ciclo abierto es esencial, desde el
5. punto de vista de la eficiencia, utilizar el contenido de
calor de los gases de escape que salen del generador en
otro ciclo de energía térmica. Un posible uso de tales
generadores es con un ciclo térmico convencional de vapor,
en el que el contenido de calor del gas de escape procedente
 10. del generador se utiliza para producir vapor con que accio-



315500

nar las turbinas de vapor en las estaciones generadoras de carga fundamental.

5. El uso de generadores magnetohidrodinámicos con producción de potencia suficiente para utilizarlos con las turbinas de vapor de las estaciones generadoras de carga fundamental implica que algunas de las pérdidas asociadas con dichos generadores sean muy importantes, particularmente las pérdidas asociadas con el imán del campo, el compresor i los compresores que hacen circular el aire de combustión por el generador
10. y, si se usa enriquecimiento de oxígeno, con la unidad separadora utilizada para extraer oxígeno del aire.

15. Los recientes descubrimientos en muchas partes del mundo de grandes reservas de gas natural han despertado un creciente interés por la utilización de grandes cantidades de gas natural licuefacto, pues es en la forma licuefacta que el gas natural se importa más corrientemente a los países que carecen de reservas de gas natural. El gas natural licuefacto se gasifica luego en los países importadores.

20. El objeto de este invento es proporcionar una central de energía térmica que incluye un generador magnetohidrodinámico que hace uso del gas natural licuefacto para mejorar su eficiencia térmica.

25. De acuerdo con el invento, se establece una central de energía térmica que incorpora un generador magnetohidrodinámico cuyos gases de escape se utilizan como fuente de calor para un segundo ciclo de energía térmica, en cuya planta el gas natural licuefacto se usa para enfriar las bobinas que producen el campo magnético del generador magnetohidrodinámico.



315500

co y luego se aprovecha como combustible para el generador magnetohidrodinámico.

5. El gas natural licuefacto puede usarse directamente como refrigerante para las bobinas del imán, o bien puede usarse un fluido intermediario. Este fluido intermediario puede ser un fluido criogénico, como el nitrógeno, el neón o el helio, cuya licuefacción puede ser reforzada por el gas natural licuefacto, con lo que se hace posible refrigerar las bobinas del imán, en algunos casos, hasta temperaturas superconductoras.

10. El gas natural licuefacto que se evapora durante el proceso queda disponible para utilizarlo como combustible, no solamente en el generador magnetohidrodinámico, sino también en el segundo ciclo de energía térmica.

15. Si el generador magnetohidrodinámico utiliza oxígeno puro o aire enriquecido con oxígeno, el gas natural licuefacto puede usarse también para mejorar la eficiencia de la planta utilizada para obtener oxígeno puro o aire enriquecido con contenido de oxígeno. En una modalidad, el aire se enfría previamente, en un precipitador de agua, hasta por debajo del punto de congelación del agua, con el fin de eliminar su contenido de humedad. El aire seco se enfría luego todavía más por medio de gas natural licuefacto y pasa a un licuefactor en que se licua el oxígeno y se le separa del contenido de nitrógeno del aire. Parte del oxígeno líquido se utiliza para precipitar la humedad del aire en el predipitador de agua, y el resto se gasifica y luego pasa a una cámara de combustión del generador magnetohidrodinámico. El nitrógeno del licue-

20.

25.



315500

factor se comprime y se licua por medio de gas natural licue-
facto y luego se hace circular por las bobinas del imán del
generador magnetohidrodinámico.

5. Otra característica del invento es que, si se usa como
combustible para una caldera de una planta de turbinas de
vapor que forme el citado segundo ciclo gas natural produ-
cido por evaporación del gas natural licuefacto, la tempera-
tura de la chimenea que sales de la caldera puede reducirse
a un nivel mucho más bajo que con los combustibles corrien-
tes, de cuyo producto de combustión puede producirse ácido
10. sulfúrico. Esto permite lograr un caldeo más eficaz del
agua de alimentación.

El invento se refiere a continuación, a título de ejemplo,
haciendo referencia al dibujo, en el cual:

15. la Figura 1 muestra, en forma diagramática, una central
de energía térmica de acuerdo con una modalidad del invento;
y

- la Figura 2 muestra, en forma diagramática, una central
de energía térmica de acuerdo con una segunda modalidad del
20. invento.

- Con referencia a la Figura 1, una central de energía
térmica comprende un generador magnetohidrodinámico 1, que
tiene un conducto 2, por el cual fluye gas ionizado, y un
electroimán 3, que produce un campo magnético a través del
25. conducto. El gas que sale del conducto pasa a una caldera 4,
donde se le utiliza para calentar vapor en un segundo ciclo
térmico, que comprende la turbina de vapor 5, el generador
impulsor 6, el condensador 7 y la bomba 8, antes de pasar a

315500



5. la atmósfera. Si el gas inocula con vapor de un metal alcalino, por ejemplo, para contribuir a la ionización, el material de inoculación se recupera en un separador (no representado) antes de que el gas pase a la atmósfera. El separador puede estar situado antes de la caldera.

10. En terminos generales, el gas natural licuefacto puede usarse para refrigerar las bobinas del imán 3 directamente, o bien puede refrigerar un fluido intermediario que se use para refrigerar las bobinas del imán. En la forma que aqui se ilustra, el gas natural líquido se utiliza indirectamente para refrigerar las bobinas del imán, y el fluido intermediario es nitrógeno líquido que se deriva de un proceso de separación de oxígeno empleado para proporcionar oxígeno puro, o aire enriquecido con oxígeno, al generador magnetohidrodinámico.

15. Por el conducto A se envia aire a un precipitador de agua 9, donde se le refrigera por debajo de la temperatura de congelación del agua, de modo que el contenido de humedad del aire se precipite y pueda ser extraído por medios mecánicos. El aire seco se refrigera luego todavía más por medio de gas natural licuefacto, en el cambiador de calor 10, y a continuación pasa a un licuefactor corriente 11, en el que se licua el oxígeno. La licuefacción del oxígeno permite separarlo del contenido de nitrógeno del aire. Parte del oxígeno ^{líquido} se lleva por el conducto O' al precipitador 9, donde se le utiliza para precipitar la humedad del aire, mientras el resto se hace circular por el conducto O" hacia el licuefactor 11, donde se le reconvierte en gas y luego se



315500

le envía en esta forma gaseosa, por el conducto Og, a la cámara de combustión 12 del generador magnetohidrodinámico.

- El nitrógeno se extrae en forma gaseosa fría del licuefactor 11 y se lleva por el conducto N al compresor 13, al
5. cambiador de calor 14, donde se le enfría, y luego al cambiador de calor 15, donde se le enfría todavía más por medio de gas natural licuefacto procedente del conducto LNG. A continuación se dilata, a través de la válvula estranguladora 16, en el recipiente 17, donde una parte de él se licua. El
10. nitrógeno líquido pasa luego por el conducto LN a la bobina del imán 3, para refrigerar las bobinas, y a continuación al licuefactor de oxígeno 11, para contribuir a licuar el oxígeno. Al salir del licuefactor 11, va a la atmósfera por el escape B.
15. El gas natural licuefacto evaporado en los cambiadores de calor 10 y 15 pasa por el conducto NG al cambiador de calor 14 y de ahí a la cámara de combustión 12, donde sirve de combustible. Si se dispone de cantidad suficiente, parte del gas natural gaseoso procedente de los cambiadores de
20. calor 10 y 15 puede utilizarse como combustible en la caldera 4.
- El nitrógeno líquido se evapora en las bobinas del imán, y el nitrógeno gaseoso del recipiente 17 puede juntarse al nitrógeno del conducto LN procedente de las bobinas del
25. imán y pasar al licuefactor 11.
- El nitrógeno que vuelve al licuefactor 11 procedente de las bobinas del imán y del recipiente 17 tiene en esencia la misma temperatura que el nitrógeno que sale del licuefactor

315500



para pasar por el compresor 13 y los cambiadores de calor 14 y 15. En la práctica, por consiguiente, la trayectoria del nitrógeno por los cambiadores de calor 14 y 15, el licuefactor 17 y las bobinas de imán 3 puede ser una trayectoria

5. cerrada. El aire del que se ha separado el nitrógeno en el licuefactor 11 puede utilizarse como complemento para el circuito cerrado, cuando sea preciso.

En la Figura 2 muestra una disposición alternativa en la que se evita el cambio de calor entre el gas natural licuefacto y el aire.

10.

Igual que antes, el aire penetra en un precipitador de agua 9, donde se enfría por debajo del punto de congelación del agua, para que el contenido de humedad del aire se precipite y pueda ser extraído por medios mecánicos, por ejemplo

15.

en un separador ciclónico 17. El anhídrido carbónico se extrae en un recipiente 18 y el aire entra entonces en un cambiador de calor 19, donde se le enfría todavía más por medio de vapor frío de nitrógeno. A continuación se eleva la presión del aire en un compresor 20 y se le hace pasar a un cambiador de calor 21, donde el calor de la compresión se extrae por medio de nitrógeno gaseoso frío, procedente del licuefactor 11, y también por medio de oxígeno líquido, procedente del licuefactor 11.

20.

El aire refrigerado pasa luego al licuefactor 11, donde el oxígeno se licua y es separado del nitrógeno. Parte del oxígeno líquido pasa al precipitador 9, para precipitar la humedad del aire ingresante, y el resto pasa al cambiador de calor 21, para enfriar el aire que entra en el licuefactor 11,

25.



como se ha explicado antes.

- El nitrógeno procedente del licuefactor 11 pasa al cambiador de calor 21 y luego a la atmósfera. El nitrógeno puede pasar también, bajo control de una válvula 22, a un
5. circuito cerrado de nitrógeno 23 que contiene el nitrógeno utilizado para refrigerar las bobinas del imán 3. El nitrógeno que sale de la bobina del imán 3 se comprime en un compresor 24 y luego penetra en un cambiador de calor 25, donde se le enfría por medio de gas natural. A continuación
10. entra en un cambiador de calor 26, donde se le licua por medio de gas natural que penetra por un conducto 27. El nitrógeno licuefacto entra luego en un recipiente de dilatación 28, donde parte de él se evapora. El nitrógeno líquido procedente del recipiente 28 pasa a las bobinas del imán 3,
15. mientras que el vapor de nitrógeno pasa al cambiador de calor 19 para enfriar en principio el aire que va camino del licuefactor 11. Después de salir del cambiador de calor 19, se une al nitrógeno procedente de la bobina del imán 3 y entra en el compresor 24, para repetir el ciclo.
20. El gas natural licuefacto entra por el conducto 27, se gasifica en el cambiador de calor 26, se calienta todavía más por medio de nitrógeno en el cambiador de calor 25 y luego pasa a la cámara de combustión 12, donde sirve de combustible para el generador magnetohidrodinámico. Una parte del gas
25. natural puede utilizarse también en el calentador 4, si se desea.

En el ciclo antes expuesto, el gas natural licuefacto se calienta por contacto con nitrógeno solamente.

315500



El uso de gas natural como combustible para el calentador 4, en cualquiera de los ciclos antes expuestos, tiene la ventaja suplementaria de que la temperatura de la chimenea que sale de la caldera puede reducirse a un nivel mucho mas bajo que con los combustibles corrientes, de cuyos productos de combustión puede producirse ácido sulfúrico. La reducción de la temperatura en la chimenea permite lograr un caldeo más eficaz del agua de alimentación de la caldera.

315500



N O T A

Descrito el objeto del presente invento, se declaran nuevas y de propia invención, las siguientes reivindicaciones, con prioridad de la solicitud de patente británica nº 28009/64 del 7 de Julio de 1964.

5. 1. Perfeccionamientos en centrales de energía térmica, caracterizados porque comprende un generador magnetohidrodinámico; un segundo generador de energía térmica, dotado de una fuente de calor alimentada con calor procedente de los gases de escape del generador magnetohidrodinámico;
10. medios para suministrar gas natural licuefacto, en estado gaseoso, como combustible a una cámara de combustión de dicho generador magnetohidrodinámico o a la fuente de calor del citado segundo generador de energía térmica, o a ambos; medios para suministrar oxígeno puro, o aire enriquecido con oxígeno,
15. a la cámara de combustión de dicho generador magnetohidrodinámico, los cuales medios comprenden un secador de aire en el que el aire se enfría, por medio de oxígeno líquido, hasta por debajo del punto de congelación del agua, para causar la precipitación de la humedad, medios mecánicos para separar del aire las partículas de hielo, medios para extraer del aire el anhídrido carbónico, un primer cambiador de calor para enfriar todavía más el aire seco, un compresor para comprimir dicho aire, un segundo cambiador de calor para extraer el calor de la compresión y enfriar todavía más
- 20.

315500



- el aire, un primer licuefactor en el que se licua el oxígeno del aire y medios para trasladar parte del oxígeno líquido al secador de aire y el resto a través del segundo cambiador de calor y de ahí, en forma gaseosa, a la cámara de combustión del generador magnetohidrodinámico; medios para trasladar nitrógeno gaseoso procedente de dicho primer licuefactor al segundo cambiador de calor, para contribuir a la refrigeración del aire y para utilizarlo como complemento para un ciclo cerrado de nitrógeno, ciclo cerrado que incluye un
5. compresor de nitrógeno, un refrigerador de nitrógeno, un licuefactor de nitrógeno, un recipiente de dilatación, las bobinas que producen el campo magnético del generador magnetohidrodinámico y un elemento de conducción para trasladar el nitrógeno por el compresor, el refrigerador de
10. nitrógeno, el licuefactor de nitrógeno, el recipiente de dilatación y las citadas bobinas; medios para enviar gas natural licuefacto al citado licuefactor de nitrógeno, con el fin de refrigerar el nitrógeno y hacerlo licuar, de ahí, en estado gaseoso, al refrigerador de nitrógeno y, por último,
15. a la cámara de combustión del generador magnetohidrodinámico; y medios para enviar vapor de nitrógeno desde dicho recipiente de dilatación al citado primer cambiador de calor, para refrigerar el aire.
- 20.

2. Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque la central de energía térmica incluye un
25. generador magnetohidrodinámico, cuyos gases de escape se utilizan como fuente de calor para un segundo ciclo de energía



térmica, en cuya planta el gas natural licuefacto se usa para refrigerar las bobinas que producen campo magnético del generador magnetohidrodinámico y luego se usa como combustible para el generador magnetohidrodinámico.

5. 3. Perfeccionamientos como se define en la reivindicación 2, en los que una parte del gas natural, después de ser usado para refrigerar las bobinas, se utiliza como combustible para el segundo ciclo de energía térmica.

10. 4. Perfeccionamientos como se define en las reivindicaciones 2 o 3, en los que el gas natural licuefacto se utiliza como refrigerante para las citadas bobinas que producen el campo magnético.

15. 5. Perfeccionamientos como se define en las reivindicaciones 2 o 3, en los que el gas natural licuefacto se utiliza para refrigerar un fluido intermediario, el cual se usa para refrigerar las citadas bobinas que producen el campo magnético.

20. 6. Perfeccionamientos como se define en la reivindicación 5, en los que el fluido intermediario es un fluido criogénico, y el gas natural licuefacto contribuye a la licuefacción de dicho fluido.

7. Perfeccionamientos como se define en la reivindicación 2, en los que se usa oxígeno puro o aire enriquecido con oxígeno en la combustión del combustible en el generador magnetohidrodinámico, incluyendo dicha planta medios



5. para extraer la humedad del aire y medios para separar el nitrógeno y el contenido de oxígeno del aire por licuefacción del oxígeno, efectuándose la extracción del calor del aire, antes de la licuefacción del oxígeno, por el uso, por lo menos en parte, de gas natural licuefacto.

10. 8. Perfeccionamientos como se define en la reivindicación 7, en los que parte del oxígeno líquido producido en los elementos separadores se utiliza para extraer la humedad del aire por enfriamiento de éste por debajo del punto de congelación del agua, a fin de causar la precipitación de la humedad.

15. 9. Perfeccionamientos como se define en las reivindicaciones 7 o 8, en los que el nitrógeno producido en los elementos separadores se licua a continuación y se utiliza para refrigerar las bobinas que producen el campo magnético del generador magnetohidrodinámico.

20. 10. Perfeccionamientos, como se define en cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en los que el gas natural licuefacto se utiliza para extraer el calor del nitrógeno antes de la licuefacción del nitrógeno, y el vapor del nitrógeno líquido se utiliza luego para refrigerar el aire que pasa a los elementos para separar el oxígeno del aire.

25. 11. Perfeccionamientos como se define en la reivindicación 10, en los que el nitrógeno circula en un circuito cerrado que incluye el licuefactor de nitrógeno y las bobinas que producen el campo magnético para el generador



315500

magnetohidrodinámico.

12. Perfeccionamientos como se define en cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en los que se utiliza gas natural licuefacto para refrigerar el aire que penetra en los elementos para separar el oxígeno del aire.
- 5.

13. Perfeccionamientos en centrales de energía térmica

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de catorce hojas foliadas y escritas a máquina por una sola cara acompañadas de dos láminas de dibujos.

10.

Barcelona, para Madrid, a 6 de Julio de 1965

p.a.

JAIMÉ ISERN

R. B.



315500

315500

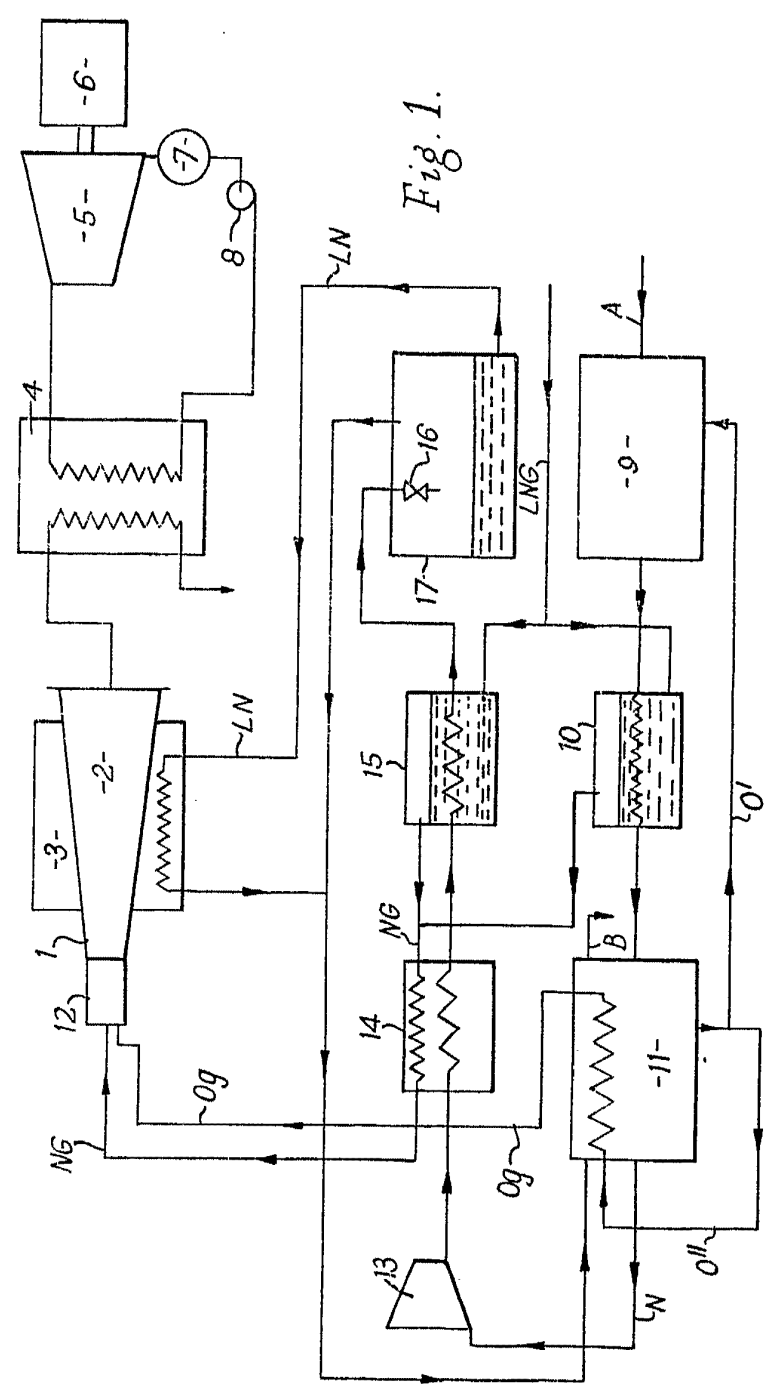


Fig. 1.

Madrid, 6 JUL 1960
 Prime Elera
 E. Elera

315500

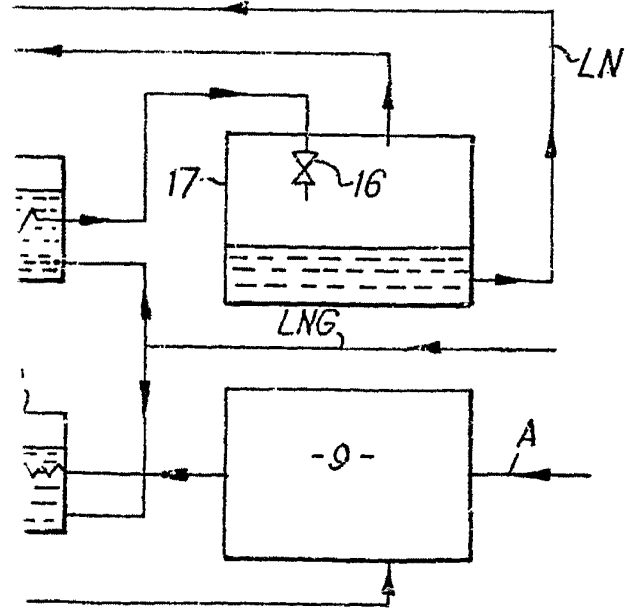
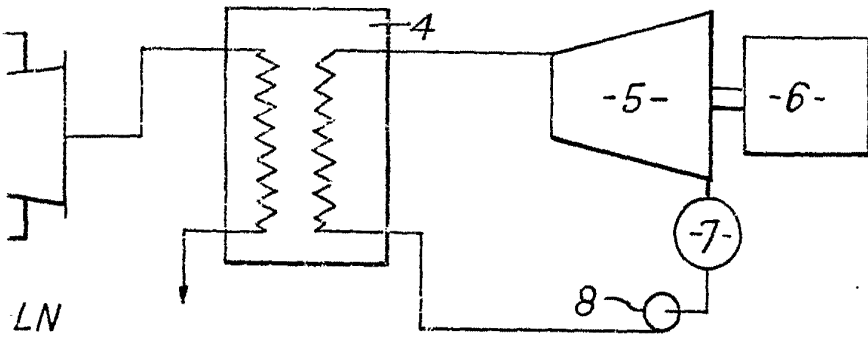


Fig. 1.

Madrid, 6 JUL 1965
Agime Ifern
[Signature]

315500

315500

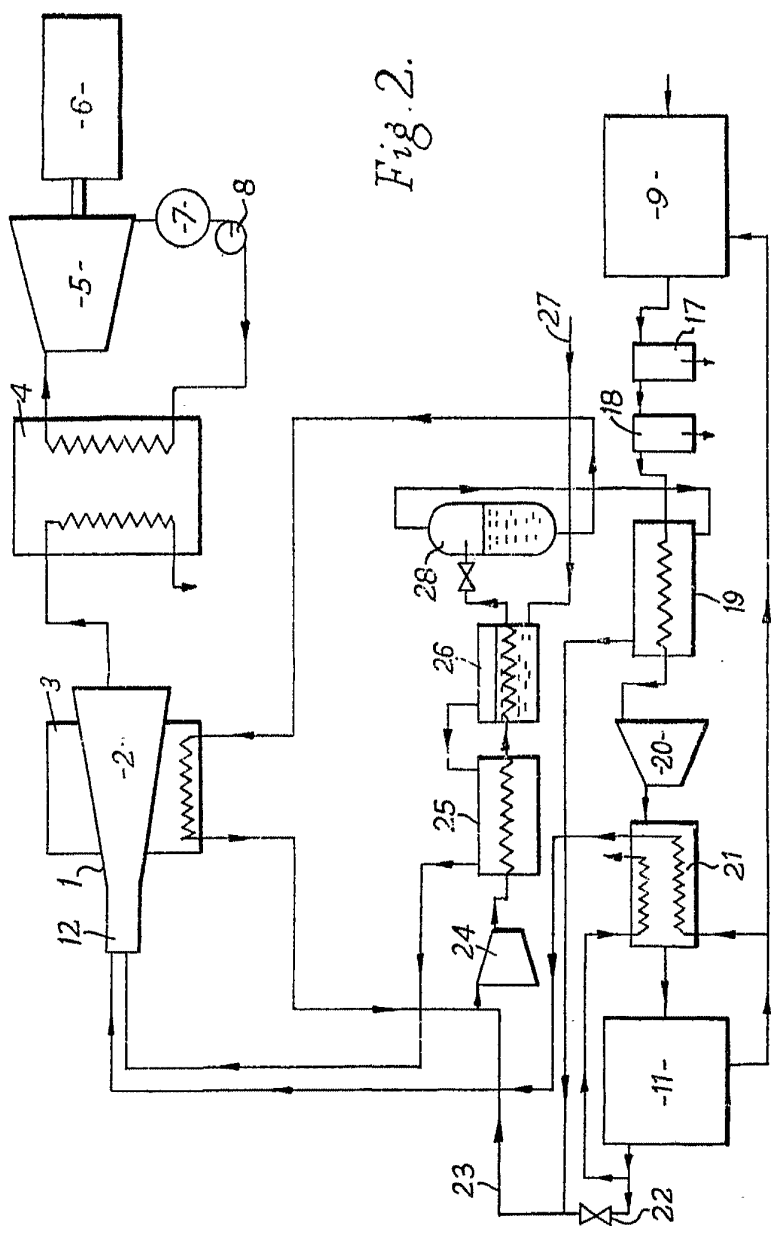
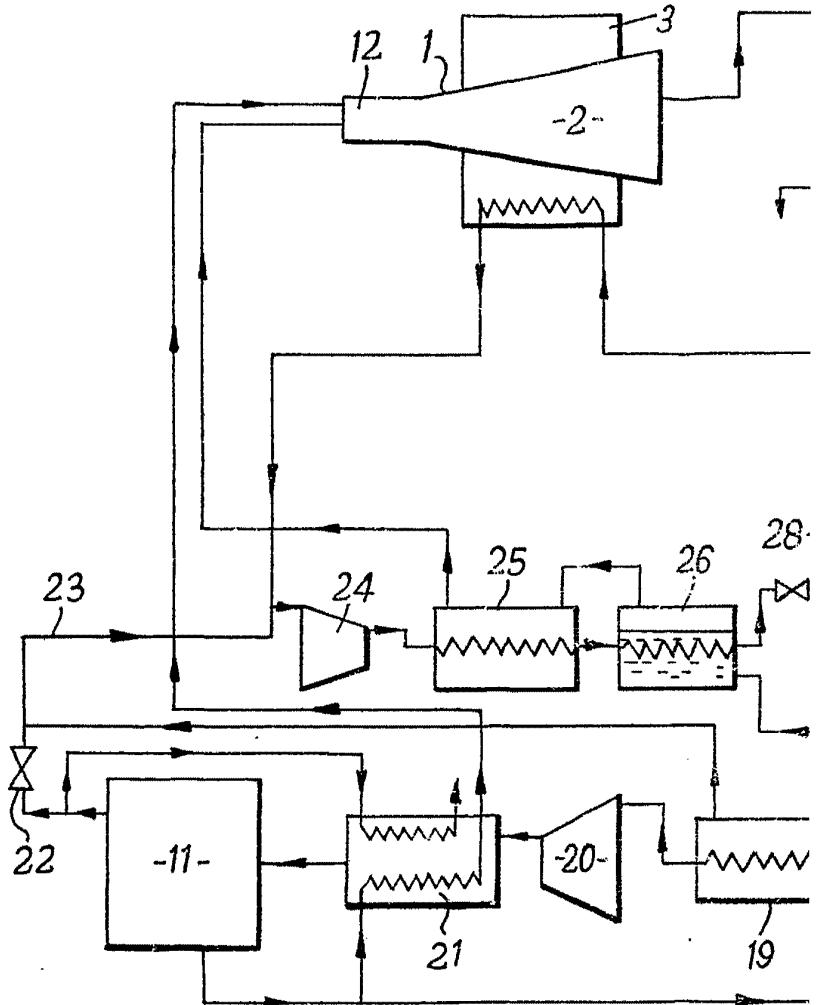


Fig. 2.

Madr. id. 6 JUL 1965
 Jaime Ferrn
 P. A. Ferrn

315500

116076J



315500

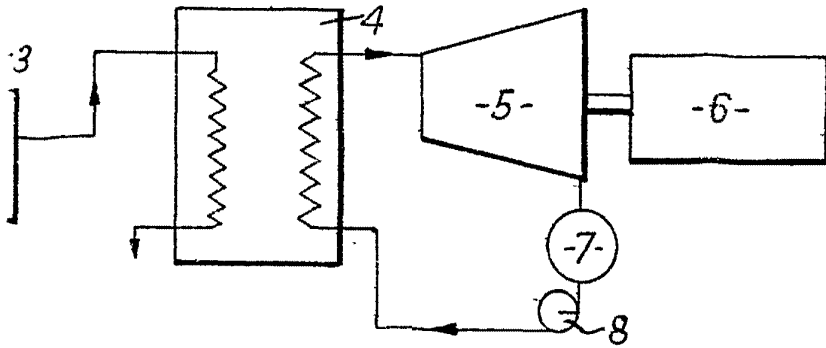
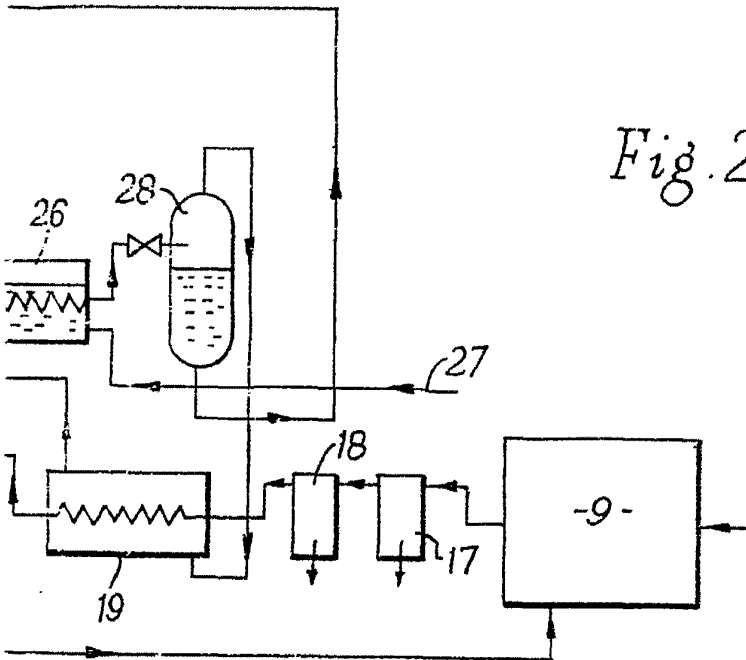


Fig. 2.



Madrid, 6 JUL 1965
Jaime Isern
[Signature]