

323082

15 FEB 1911



PATENTE DE INVENCION

Ref: No. 421

*Memoria Descriptiva*  
*sobre*

"Sistema de refrigeración perfeccionado para la licuefacción de gases".

-----

*Solicitante:* THE LA FLEUR CORPORATION, entidad norteamericana, residente en 510 Gateway West, Century City, LOS ANGELES, Estado de California, EE. UU. de A.

-----

Este invento se refiere a un sistema de refrigeración perfeccionado de ciclo cerrado, para la licuefacción de gases en el que se emplea un gas como medio refrigerante, y se relaciona especialmente con un sistema adaptable mecánico de refrigera

5.

323082



ción de ciclo cerrado, en el que una carga auxiliar de refrigeración se coloca a través y en paralelo con el regenerador frío del sistema de refrigeración. - El sistema está especialmente destinado, de acuerdo con una construcción preferida, a la licuefacción de un gas, por ejemplo, nitrógeno.

5. En la Patente Norteamericana número 3.194.026 de los mismos solicitantes, se describe un sistema mecánico de refrigeración, de ciclo cerrado, que incluye un ciclo de potencia y un ciclo de refrigeración, y emplea con preferencia helio como medio de trabajo corriente para ambos ciclos. Este sistema está destinado especialmente para la producción de refrigerante a temperaturas muy bajas, o sea temperaturas oriógenas. El ciclo de refrigeración de este sistema, incluye un motor insentrópico de expansión, o turbina fría, que produce refrigeración haciendo que un gas, por ejemplo helio, se dilate, produciendo trabajo de este modo. Este trabajo en forma de energía mecánica, puede emplearse para ayudar a impulsar el compresor principal, o puede transformarse en energía eléctrica, o puede utilizarse para impulsar un compresor reforzados a fin de ayudar a comprimir el medio gaseoso de refrigeración. El ciclo cerrado de refrigeración de la Patente citada, incluye también un cambiador de calor regenerativo que establece el nivel de temperatura a que la refrigeración se hace disponible. El primordial generador de potencia preciso para impulsar el compresor principal de gas en el ciclo de refrigeración, puede

323082

- 3 -

15 FEB 1954

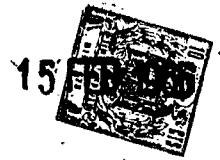


5. suministrarse por un motor eléctrico, por una turbina de gas, o por otro medio. La producción de refrigeración de estos sistemas, consiste solamente en el calor sensible obtenido por la elevación de la temperatura de escape o salida de la turbina de refrigeración hasta ligeramente por debajo de la temperatura de entrada de esta turbina. El sistema de refrigeración de la Patente antes mencionada, y tal como se ha descrito en lo anterior, se cree que constituye uno de los métodos más eficientes conocidos en la actualidad para la producción de refrigeración en, y por debajo del punto de ebullición del aire.

10. Sin embargo, en una aplicación práctica tal como la licuación del aire, la temperatura de éste ha de reducirse desde cerca de la temperatura ambiente, a su punto de ebullición de, aproximadamente  $-195^{\circ}\text{C}$ , y luego ha de eliminarse el calor latente de evaporación. Aunque el sistema de refrigeración de la Patente mencionada constituye un excelente método para retirar el calor latente de evaporación, se introduce una serie pérdida de eficiencia cuando dicho sistema de refrigeración se utiliza para enfriar el gas desde aproximadamente la temperatura ambiente a su punto de ebullición, a causa del hecho de que la temperatura de entrada a la turbina de refrigeración, y por tanto toda la refrigeración disponible, ha de hallarse cerca del punto de ebullición del gas que se liquida o licua. Utilizando la refrigeración que se proporciona a temperaturas de aproximadamente  $-195^{\circ}\text{C}$  para enfriar el gas desde una tempe

323082

- 4 -



ratura de unos  $21^{\circ}\text{C}$  a aproximadamente los  $-195^{\circ}\text{C}$  constituye un desperdicio de potencia consumido en la producción de la temperatura muy baja, por ejemplo, del helio refrigerante.

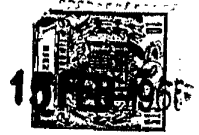
5. Un objeto de este invento, por tanto, es el proporcionar un sistema perfeccionado y más eficiente de refrigeración en ciclo cerrado, que incluye las etapas de compresión de un gas refrigerante, enfriamiento regenerativo y expansión del mismo.
10. Otro objeto es proporcionar un sistema perfeccionado de refrigeración del tipo antes indicado, especialmente ideado para la producción de temperaturas criógenas de refrigeración, y el empleo de dicho refrigerante para la licuefacción de un gas, por ejemplo aire o nitrógeno, con grandes eficiencias de refrigeración.
15. Todavía otro objeto de este invento es el suministro de un sistema de refrigeración en ciclo cerrado, del tipo indicado anteriormente y que produce un gas refrigerante a temperaturas criógenas; dicho sistema está especialmente destinado a la licuefacción eficiente de un gas tal como aire o nitrógeno, evitando a la vez el empleo de la masa de refrigerante a esta baja temperatura, para eliminar el calor sensible del gas a licuar, durante el enfriamiento de dicho gas desde aproximadamente la temperatura ambiente a su punto de ebullición.
20. Otros objetos y ventajas de este invento aparecerán más adelante.
- 25.
- 30.

323082



- Los objetos anteriores se consiguen, de acuerdo con este invento, por la adición de un cambiador de calor en el ciclo cerrado de refrigeración antes descrito; dicho cambiador de calor se coloca en paralelo con el cambiador de calor regenerativo del
5. mencionado ciclo. El cambiador de calor o refrigerador adicional, funciona para enfriar el gas, por - ejemplo aire o nitrógeno, a licuar, desde aproximadamente la temperatura ambiente a su punto de ebullición haciéndolo circular a través de dicho cambiador en relación de circulación en contra-corriente con -
10. una pequeña parte de un gas refrigerante que, después de la expansión del gas en la turbina fría, se desvía desde el cambiador de calor regenerativo y con - preferencia se desvía desde el cuerpo principal de -
15. refrigerante a la salida del condensador empleado para liquidar el gas, por ejemplo aire o nitrógeno, a licuar. Así se desvía menos del 10% del refrigerante al cambiador de calor, para enfriar el gas a licuar, y generalmente alrededor de 0,5 a 10% aproximadamente, con preferencia alrededor de 1 a 5% aproximadamente del refrigerante total y del escape de la turbina fría o condensador, se utiliza en este cambiador de calor adicional, para eliminar el calor sensible del gas a licuar. Dado que aproximadamente la
20. mitad de la refrigeración total anteriormente precisa para licuar aire, consiste en reducir la temperatura del gas a licuar desde la temperatura ambiente a su punto de ebullición, es evidente que el sistema perfeccionado de este invento representa una mejora -
25. 30.

323082



apreciable con respecto a los sistemas de la técnica anterior.

5. Otra ventaja del sistema a que es te invento se refiere, es la posibilidad de emplear regenerador de inversión, que reducen de modo notable el coste del sistema.

10. Los principios de este invento, - pueden aplicarse básicamente a un sistema que contenga solamente un bucle único cerrado, o sea un sistema cerrado de refrigeración en el que el compresor principal se acciona, por ejemplo, por un motor eléctrico o una turbina de gas. Sin embargo, los principios - de este invento pueden emplearse ventajosamente en - el bucle frío del sistema de la Patente repetida nº 15. 3.194.026, que incluye un bucle caliente de potencia en el que una turbina llamada caliente impulsa el compresor principal para proporcionar el generador principal de potencia para el ciclo de refrigeración.

20. Este invento se comprenderá mejor por la descripción siguiente de algunos tipos del mismo, en combinación con los dibujos adjuntos en los que,

25. la figura 1 es un esquema de circulación que representa el sistema básico de este invento;

la figura 2 es una representación esquemática de una construcción preferida de este invento, destinada especialmente a la licuación de aire o nitrógeno,

30. la figura 2a representa una modi-

323082

- 7 -

15



ficación del sistema de la figura 2, y

5. la figura 3 es una representación esquemática de otra modificación de este invento que incluye un ciclo de potencia cerrado, empleado en combinación con el ciclo de refrigeración de este invento.

10. Con referencia a la figura 1 de los dibujos, en esta construcción, el compresor principal 10 está acoplado a un motor eléctrico de impulsión 11. Un medio refrigerante, por ejemplo helio, se introduce aproximadamente a la temperatura ambiente, por la tubería 36, a la entrada del compresor principal 10, y el helio comprimido sale de este compresor y se hace pasar a través de un serpentín 13 de un refrigerador atmosférico 12, al regenerador de frío 16. El helio gaseoso comprimido atraviesa el serpentín 14 del regenerador frío, en relación de intercambio térmico con el helio gaseoso que retorna de la carga de refrigeración o condensador como luego se describe, y a continuación se introduce en el lado de entrada de la turbina de expansión ó fría 18.

25. El helio gaseoso se dilata en la turbina fría 18 y ésta, en la construcción representada en la figura 1, se acopla a un generador 20 para impulsarlo.

30. El helio gaseoso dilatado y luego enfriado, que sale de la turbina fría, se hace pasar a continuación a un serpentín 22 de un condensador 24, en contra-corriente con el paso del gas que se licua en dicho condensador, como luego se describe -



más detalladamente.

De acuerdo con los principios de este invento, el gas refrigerante, o sea helio, después de pasar a través del condensador 24, se divide en dos corrientes, la principal 26 lleva la mayor parte o masa del refrigerante, y la corriente 30 lleva solamente una parte pequeña o menor del mismo. La parte principal 26 del refrigerante, se hace pasar a través del otro lado o serpentín 28 del regenerador frío 16, en contra-corriente con el helio enfriado y comprimido que circula a través del serpentín 14, para su enfriamiento. La corriente lateral pequeña 30 de refrigerante, se hace pasar a través del serpentín 32 del enfriador previo 34 en contra-corriente y en relación de intercambio térmico con el gas, por ejemplo aire o nitrógeno, a licuar. El refrigerante de escape o corrientes de helio 43 y 43' del regenerador frío 16 y del enfriador previo 34, se combina e introduce a través del conducto 36, nuevamente a la entrada del compresor principal 10.

El gas a liquidar, indicado en 38, por ejemplo aire, nitrógeno o similar, se hace pasar a través del serpentín 40 del refrigerador previo 34, y se enfria en él desde aproximadamente la temperatura ambiente o desde una temperatura algo inferior a la ambiente, hasta la temperatura de saturación o punto de ebullición del gas, por la pequeña cantidad de refrigerante desviado en 30 y que pasa en contra-corriente a través del serpentín 32 del enfriador previo 34. La cantidad de refrigerante así desviada, se eli

323082

- 9 -



5. ge, en combinación con el tipo del enfriador previo, para eliminar prácticamente todo el calor sensible - del gas a licuar, a fin de que dicho gas, el salir - del enfriador previo 34 esté prácticamente a su temperatura de ebullición o saturación. El gas, por - ejemplo aire o nitrógeno o licuar, y que en estas - circunstancias se encuentra prácticamente en su punto de ebullición, se hace pasar a través del serpen-  
10. tín 25 del condensador 24 en contra-corriente con el paso del refrigerante gaseoso o sea helio, en el ser-  
pentín 22.

15. La masa principal del refrigerante, que atraviesa el condensador 24 se emplea por - tanto esencialmente para eliminar el calor latente - de evaporación del gas en el serpentín 25, para dar lugar a la condensación de dicho gas a su temperatura de ebullición. Sólo una pequeña parte, por ejemplo  
20. alrededor de 1 a 5% aproximadamente de la masa principal del helio procedente del condensador 24, se - emplea para reducir la temperatura del gas a licuar desde alrededor de la temperatura ambiente a su punto de ebullición en el enfriador previo 34, como antes se describe. El gas licuado, por ejemplo aire -  
25. líquido o nitrógeno líquido se extrae del condensador 24, en 42. Se observará que dado que el regenerador frío 16 y el enfriador previo 34 funcionan en parale-  
lo, la presión y la temperatura existentes en la entrada del helio dilatado en el regenerador frío, son  
30. prácticamente iguales a la presión y a la temperatura de la corriente de entrada de helio en el enfriador

323082



- previo 34. Las temperaturas del helio de salida en 43 y 43', del regenerador frio y del refrigerador - previo, corrientemente, son respectivamente igual en la práctica, aunque dichas temperaturas pueden ser -
5. algo distintas.
- Con referencia a la figura 2 de -
- los dibujos, que representa una construcción preferi da del sistema de refrigeración de este invento, por ejemplo para licuar nitrógeno gaseoso, empleando he-  
lio gaseoso como refrigerante, la mayor parte de la  
compresión del helio se realiza en el compresor prima  
rio 44 que se acciona por el motor 46. Como varian  
te, el motor 46 puede ser por ejemplo una turbina de  
gas. Las temperaturas y presiones a continuación in  
dicadas se hacen figurar por vía de ejemplo y todas  
las presiones se expresan en kg/cm<sup>2</sup> y las temperatu  
ras absolutas son en grados Kelvin (°K). Suponiendo  
que todo el sistema de refrigeración mecánico ha fun  
cionado un tiempo suficiente para alcanzar las con  
diciones de trabajo deseadas de temperatura y presión,  
el helio penetra en el compresor 44 a la presión de -  
13,29 kg/cm<sup>2</sup> y aproximadamente a la temperatura ambien  
te de 275,28 °K y el helio se descarga del lado de al  
ta presión del compresor, a 19,6 kg/cm<sup>2</sup> y 333,55 °K.
10. El gas de descarga del compresor primario, se enfría  
a continuación por su paso a través del serpentín 46  
del enfriador posterior 1, indicado en 48 y pasa a la  
entrada de un compresor secundario o reforzador 50;  
el helio tiene una presión de entrada de 19,55 kg/cm<sup>2</sup>.
15. y una temperatura de 276,39 °K. El compresor secun-
- 20.
- 25.
- 30.

323082

- 11 -

15 FEB

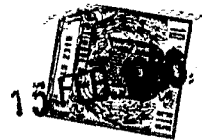


dario o reforzador 50, se acciona directamente por la turbina de expansión 60.

5. El helio gaseoso descargado del compresor secundario 50 y que está a una presión de  $21,2 \text{ Kg/cm}^2$  y a una temperatura de  $286,93 \text{ }^\circ\text{K}$ , se enfría a continuación por su paso a través del serpentín 52 del enfriador posterior  $\neq$  2, indicado en 54, y luego pasa al regenerador frío 58; el helio comprimido introducido en él, tiene una temperatura de unos  $276,39 \text{ }^\circ\text{K}$ .

10. El helio comprimido que pasa a través de un lado o serpentín 56 del regenerador frío 58, se enfría en él por intercambio térmico en contracorriente con el helio gaseoso frío a una presión menor, como luego se describe. El gas enfriado y comprimido, se introduce a continuación en la turbina de expansión 60 a una presión de entrada de  $20,5 \text{ Kg/cm}^2$  y a una temperatura reducida de  $65,79 \text{ }^\circ\text{K}$ . El helio enfriado a presión elevada se deja dilatar en la turbina de refrigeración 60, dando lugar a un gas de salida a la temperatura mínima del ciclo; dicho helio tiene una temperatura reducida de  $59,94 \text{ }^\circ\text{K}$  y una presión reducida de  $13,7 \text{ kg/cm}^2$ . Este gas se hace pasar luego a través del serpentín 62 del condensador 64 para condensar nitrógeno gaseoso por intercambio térmico con él, en el condensador, como luego se describe.

25. El helio gaseoso de escape del condensador, en este caso, a una temperatura de  $59,38 \text{ }^\circ\text{K}$  y a una presión de  $13,64 \text{ kg/cm}^2$ , se divide en dos corrientes como se indica en 66 y 68. La masa o ma-



5. yor parte del helio en la corriente 66, se hace pasar al lado de baja presión o serpentín 70 del regenerador frío y se utiliza en él para enfriar la corriente de helio a presión superior del serpentín -

10. 56. Solo una pequeña cantidad del orden de 2 a 3% aproximadamente del helio del condensador de nitrógeno, se hace pasar por 68 al serpentín 72 del refrigerador previo, de nitrógeno. Las dos corrientes 76 y 78 del helio de salida a baja presión, se hallan a una presión de 13,29 kg/cm<sup>2</sup> y la corriente de helio de salida en 76 del regenerador frío 58, tiene una temperatura de 275,28 °K, y la corriente de helio de salida en 78 del refrigerador previo 74 tiene una temperatura inferior de 262,51 °K. Estas dos

15. corrientes de salida se combinan a continuación en - 80 y circulan hacia la aspiración del compresor primario 44, para completar el ciclo.

20. El nitrógeno gaseoso, indicado en 82, aproximadamente a la presión atmosférica de un - 1,03 kg/cm<sup>2</sup> y a la temperatura ambiente de unos 216,31 °K, tiene su presión reforzada por un compresor reforzador indicado en 84, a una presión de alrededor de 1,26 a 1,40 kg/cm<sup>2</sup>. El calor de compresión del nitrógeno gaseoso se elimina por paso del gas a través

25. del serpentín 86 del enfriador posterior / 3, indicado en 88, y el nitrógeno resultante enfriado, se introduce en la entrada del enfriador previo 74 a una presión de entrada de unas 1,25 kg/cm<sup>2</sup> y una temperatura ambiente de 216,39 °K aproximadamente. Como re

30. sultado del paso del nitrógeno gaseoso a través del



- 323082
- lado de baja presión o serpentín 90 del enfriador -  
previo 74 en relación de contra-corriente e intercam-  
bio térmico con la pequeña cantidad de helio frío des-  
viado que pasa a través del serpentín 72, la tempera-  
5. tura del nitrógeno gaseoso desciende a su temperatu-  
ra de saturación o punto de ebullición, de 60,49 °K  
aproximadamente. La condensación total del nitróge-  
no gaséoso, se presenta luego cuando el nitrógeno -  
atraviesa el serpentín 92 del condensador 64 en el -  
10. que el nitrógeno gaseoso se transforma en un líquido  
saturado por intercambio de calor con el helio gaseo-  
so y frío refrigerante del serpentín 62. El nitróge-  
no líquido extraído en 94, se hace pasar luego, a la  
15. presión atmosférica prácticamente, a un depósito de  
conservación de nitrógeno líquido, indicado en 96.  
Cuando el nitrógeno gaseoso introducido se refuerza  
inicialmente a presiones elevadas, por ejemplo del -  
orden de alrededor de 4,21 kg/cm<sup>2</sup>, o más, el nitróge-  
no líquido extraído en 94 puede reducirse en una vál-  
20. vula de expansión indicada por líneas de trazos en 95,  
montada en la parte superior del depósito 96 de con-  
servación de nitrógeno. Los vapores de ebullición -  
se hacen retroceder a través del refrigerador previo  
74 del nitrógeno, y a través de una válvula regulado-  
25. ra (no representada) de la entrada del compresor re-  
forzador 84. El producto líquido en 96, puede alma-  
cenarse en él, aproximadamente a la presión atmosfé-  
rica.

Todos los enfriadores posteriores  
30. #/ 1, 2 y 3 indicados en 48, 54 y 88 de la figura 2,

323082



pueden enfriarse con agua y el sistema de circulación de agua de los mismos puede interconectarse y accionarse desde una torre de refrigeración común (no representada).

5. Obsérvese que en la construcción de la figura 2, como antes se describe, el nitrógeno gaseoso se enfria desde aproximadamente la temperatura ambiente de 276,39 °K completamente hasta su punto de ebullición de 60,49 °K, por medio del refrigerante, aproximadamente 2 a 3 % de baja temperatura, desviado en 68 del refrigerante de helio que sale del condensador 64, mientras que la masa principal de refrigerante en 66, se emplea en el regenerador frío para establecer el nivel de baja temperatura del refrigerante (65,49 °K) introducido en la entrada de la turbina de expansión 60. Esta característica del invento, da por resultado la elevada eficiencia del sistema que se describe.

10. La figura 2a representa una modificación del sistema representado en la figura 2 y antes descrito. En la figura 2a, el helio de salida frío y dilatado, de la turbina de expansión 60, se divide en dos corrientes antes del paso del mismo a través del condensador 64. Así, como se observa en 15. la figura 2a, el helio de salida de la turbina de expansión 60, se divide en una corriente principal 66' que atraviesa el condensador 64 en relación de cambio de calor con el nitrógeno gaseoso que se licua en el serpentín 92 del mismo, y el helio de salida frío del condensador 64, se hace pasar luego al serpentín 20. 25. 30.

323082



5. 70 del regenerador frio 78. La segunda corriente pequeña 68' del helio de salida de la turbina de expansión 60, y que contiene de 2 a 3% aproximadamente del total de helio de salida, se hace pasar directamente al serpentín 72 del enfriador previo 74 de nitrógeno, para enfriar el nitrógeno gaseoso del mismo.

10. La figura 3 representa la aplicación del principio de este invento al sistema de la repetida Patente Norteamericana nº 3.194.026. También para fines de representación y por via de ejemplo, el sistema de la figura 3 se describirá a continuación como utilizando helio para medio gaseoso de trabajo. El sistema de la figura 3, constituye el ciclo de potencia del sistema, que puede emplearse en lugar del motor 11 de la figura 1, o del motor 46 de la figura 2, para accionar el compresor 10 o el compresor 44. Como se describe en la Patente repetida, se comprenderá que el ciclo de potencia representada en la figura 3 y descrito a continuación, se emplea en combinación con un ciclo de refrigeración, por ejemplo como se describe con respecto a las figuras 1 y 2 anteriores. Así, en la figura 3, el compresor 10 o 44 es un compresor corriente entre el ciclo cerrado de potencia de la figura 3 y el ciclo cerrado de refrigeración de la figuras 1 ó 2, y la referencia 100 indica la entrada de helio al compresor 10 o 44, y la referencia 102 indica la salida de helio de dicho compresor, en los ciclos de refrigeración de las figuras 1 y 2.

30. En el ciclo de potencia, una par-

323082

15 FEB 1954



te del helio que sale del compresor principal 10 o -  
44 se utiliza como corriente de potencia 104 que pasa  
primero a través de un lado de un regenerador 106, -  
llamado regenerador caliente, donde el helio gaseoso  
se calienta a una temperatura elevada del orden de -  
5. 814,74 °K a la salida. Del regenerador 106, la co-  
rriente de potencia pasa a través del serpentín de -  
cambio de calor 108, a un calorífero 110 que puede -  
10. ser una cámara de combustión y que sirve para calen-  
tar el helio a una temperatura del orden de 903,54 -  
°K. En el calorífero 110 puede emplearse cualquier  
generador adecuado de calor. La corriente de poten-  
cia saliente, se conduce a continuación y se utiliza  
para impulsarla, a una turbina caliente 112 que se -  
15. acopla y proporciona la potencia para accionar el -  
compresor 10 o 44, como se indica por la línea de -  
trazos 113. El gas se dilata y enfría en la turbina  
112 y la presión desciende al orden de unas 13,3 -  
kg/cm<sup>2</sup> y la temperatura disminuye a unos 814,7 °K, y  
20. luego, por la conducción 116 pasa aquel al otro lado,  
o sea al lado de baja presión del regenerador 106 en  
el que el gas se enfría mientras calienta la corrien-  
te de potencia del lado elevado, en contra-corrien-  
te con la primera, aproximadamente a la temperatura  
25. de descarga del compresor. Finalmente, el gas atra-  
viesa el enfriador previo o sumidero 118. El enfria-  
dor previo, enfriado con agua o aire, sirve para lle-  
var el medio gaseoso a la temperatura ambiente. El  
gas helio enfriado, pasa a continuación en 120 a la  
30. entrada del compresor principal 10 o 44 junto con el



323082

helio introducido en 100 y reciclado en los ciclos - de refrigeración representados en las figuras 1 y 2 anteriores. Se dispone un motor de arranque 114 para poner el sistema en funcionamiento al principio.

5. De lo anterior se desprende que - este invento proporciona un sistema perfeccionado de refrigeración mecánico, que comprende un ciclo cerrado, e incluye un compresor principal un cambiador de calor regenerativo y un dilatador, y que se halla es
10. pecialmente preparado para producir gas refrigerante, a temperaturas criógenas, y para licuar gases tales como aire y nitrógeno, así como gases que tengan prácticamente puntos de ebullición inferiores y que implican el eliminar el calor sensible del gas a licuar, y el rebajarlo a su temperatura de ebullición, haciéndolo pasar en relación de contra-corriente, con una pequeña porción del gas refrigerante que se desvía del intercambiador de calor regenerativo en
15. la salida de la turbina fría. Esta pequeña porción de refrigerante, puede desviarse antes, en, o después del paso del refrigerante, por ejemplo helio, a través del condensador en el que el gas refrigerante, por ejemplo aire o nitrógeno, se licua.

25. La cantidad de helio o refrigerante a baja temperatura así desviado para enfriar el gas a licuar, variará según el gas especial por ejemplo aire o nitrógeno que se liquide.

30. Aunque se han descrito construcciones especiales de este invento por vías de ilustración debe tenerse presente que sin separarse del espíritu



del mismo, indicado en las reivindicaciones siguientes, pueden introducirse en aquel distintas modificaciones y adaptaciones.

N O T A

- 5: Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que
10. el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Norteamérica con fecha 15 de febrero de 1.965, bajo el número 432.639, acogiéndose por tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Pa
15. tente de Invención por 20 años en España sobre: "SISTEMA DE REFRIGERACION PERFECCIONADO PARA LA LICUEFICACION DE GASES"; caracterizándose por lo siguiente:
20. 1ª.- Sistema de refrigeración perfeccionado para la licuefacción de gases, caracterizado porque comprende el comprimir un refrigerante gaseoso, el someterlo a un enfriamiento regenerativo, el dilatar dicho refrigerante gaseoso enfriado y comprimido y el enfriarlo nuevamente, el hacer
25. pasar el refrigerante enfriado y dilatado en relación de intercambio térmico con un segundo gas enfriado a licuefactarse, y el condensarlo, el mencionado gas refrigerante se enfría a una temperatura inferior al punto de ebullición de dicho segundo gas, el hacer
30. pasar el refrigerante calentado y dilatado a la sa-

323082

- 19 -



lida, en relación de intercambio térmico regenerativo con el mencionado refrigerante gaseoso comprimido, el desviar una pequeña parte del refrigerante gaseoso dilatado, en relación de intercambio térmico con el

5. segundo gas mencionado para enfriarlo antes de la licuefacción, y el comprimir nuevamente el refrigerante calentado y dilatado.

2ª.- Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende el hacer pasar por lo menos una gran parte del refrigerante de salida dilatado y calentado, en relación de intercambio térmico regenerativo con el mencionado refrigerante comprimido y gaseoso para enfriarlo como antes se dijo, y el desviar alrededor de 0,5 a 10% -

10. aproximadamente del refrigerante dilatado y gaseoso,

15. en relación de intercambio térmico con el mencionado segundo gas para enfriarlo, antes de la licuefacción.

3ª.- Sistema según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el gas refrigerante enfriado y comprimido se dilata mecánicamente para -

20. enfriarlo más aún; dicho segundo gas se ha enfriado previamente, aproximadamente por debajo de su temperatura de ebullición, el mencionado gas refrigerante tiene un punto de ebullición apreciablemente inferior

25. al punto de ebullición del segundo gas, dicho gas - refrigerante se dilata mecánicamente a una temperatura inferior al punto de ebullición últimamente citado, e incluye la nueva compresión del refrigerante calentado y dilatado después de su paso a través de la

30. etapa de refrigeración regenerativa y a través de di



cha etapa de refrigeración para el mencionado segundo gas.

5. 4ª.- Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la mencionada pequeña parte desviada de refrigerante gaseoso dilatado, se coloca en relación de intercambio térmico con dicho segundo gas, para enfriar éste aproximadamente por debajo de su punto de ebullición.

10. 5ª.- Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho gas refrigerante es helio, y el mencionado segundo gas a licuar es nitrógeno.

15. 6ª.- Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por desviarse, para enfriar dicho segundo gas, alrededor de 1 a 5% aproximadamente del refrigerante de salida calentado.

20. 7ª.- Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque dicho segundo gas a licueficar se enfría primero a una temperatura apreciablemente superior al punto de ebullición del mismo, luego se enfría aproximadamente por debajo de su punto de ebullición, a la presión de dicho sistema, se hace pasar dicho refrigerante dilatado enfriado en relación de intercambio térmico con dicho segundo gas nuevamente enfriado y se condensa dicho segundo gas, se combinan las partes calentadas mayor y menor del mencionado refrigerante calentado y se hace retornar el refrigerante combinado y calentado, para nueva compresión del mismo.

25.

30.

323082 - 21 -



- 8ª.- Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por -
5. comprimirse helio gaseoso como medio refrigerante, -  
emplear nitrógeno gaseoso como dicho segundo gas a -  
licuefactar, enfriar el nitrógeno gaseoso aproximada-  
mente a su temperatura de saturación de unos 141°K a  
una presión inmediatamente superior a la atmosférica  
por hacerse pasar dicho helio dilatado y posteriormen-  
te enfriado a una temperatura inferior a unos 141°K,  
10. en relación de intercambio térmico con el mencionado  
nitrógeno gaseoso, y el condensar este último, la pe-  
queña parte desviada de helio de salida calentado se  
coloca en intercambio térmico y en relación de contra-  
corriente con el mencionado nitrógeno, para llevar a  
15. cabo la refrigeración antes citada del mismo a su -  
temperatura de saturación.

- 9ª.- Sistema, según reivindicación 8, caracterizado por comprender el comprimir dicho -  
helio gaseoso como medio de refrigeración, el enfri-  
arlo, el comprimirlo nuevamente, el someter dicho he-  
lio enfriado y comprimido al enfriarlo regenerativo  
y el dilatar el mencionado helio comprimido y posteriormen-  
te enfriado, para realizar trabajos y el reducir  
25. ulteriormente la temperatura del mencionado refrige-  
rante, dicho trabajo se emplea para la mencionada ul-  
terior compresión de dicho helio, el comprimir nitró-  
geno gaseoso y enfriarlo moderadamente por debajo de  
una temperatura prácticamente superior al punto de -  
ebullición del nitrógeno a la presión existente, el  
30. enfriar ulteriormente el mencionado nitrógeno enfria

323082

- 22 - 15 FEB



do aproximadamente a su temperatura de saturación - de unos 60,49°K a una presión inmediatamente superior a la atmosférica.

- 10<sup>a</sup>.- Sistema de refrigeración, ca
5. racterizado por comprender medios para comprimir un refrigerante gaseoso, medios para someter dicho refrigerante a enfriamiento regenerativo, medios para dilatar el mencionado refrigerante gaseoso enfriado y comprimido y para enfriarlo ulteriormente, medios
10. para hacer pasar el refrigerante enfriado y dilatado en relación de intercambio térmico con un segundo gas enfriado a licuefactar, para condensarlo, medios para hacer pasar el refrigerante dilatado de salida en contra-corriente y en relación de intercambio térmico con el mencionado refrigerante gaseoso comprimido, para enfriarlo como antes se dijo, medios para derivar una pequeña parte de dicho refrigerante gaseoso y dilatado en contra-corriente y en relación de intercambio térmico con el mencionado segundo gas para enfriarlo antes de la licuefacción, y medios para recircular el refrigerante calentado y dilatado a dichos medios de compresión.

- 11<sup>a</sup>.- Sistema de refrigeración, según reivindicación 10, caracterizado por incluir,
25. en combinación, un compresor, un regenerador frío, un dilatador y un condensador, primeros conductos que conectan el lado de escape de dicho compresor en serie y pasando a través de cada uno de los componentes citados, segundos conductos que conectan dicho condensador y el lado de entrada de dicho compresor
- 30.



- sor y pasan a través del mencionado regenerador frío en relación de intercambio térmico en el mismo con los primeros conductos, un refrigerador, terceros conductos que pasan a través de este refrigerador y
5. lo conectan con dicho condensador y en relación de intercambio térmico, en su interior, con los primeros conductos, y un conducto de derivación conectado a los mencionados conductos entre el dilatador y el regenerador frío, el mencionado conducto de derivación
10. pasa a través del refrigerador en relación de intercambio térmico, con los terceros conductos del mismo, dicho conducto de derivación se conecta a los segundos conductos entre el regenerador frío y dicho compresor.
15. 12ª.- Sistema, de refrigeración, según reivindicación 11, caracterizado porque el conducto de derivación se conecta a los segundos conductos entre el condensador y el regenerador frío.
20. 13ª.- Sistema de refrigeración, según reivindicación 11 ó 12, caracterizado por incluir un primer refrigerador y un segundo compresor reforzador entre el compresor y el regenerador frío mencionados, un segundo y un tercero refrigeradores, dichos terceros conductos atraviesan y conectan los
25. refrigeradores segundo y tercero y el condensador en relación de intercambio térmico en ellos con dichos primeros conductos, el conducto de derivación atraviesa el segundo refrigerador en relación de intercambio térmico en él con los terceros conductos del mismo.
30. mo.

323082<sup>24</sup> -

15 FEB 1966



14<sup>a</sup>.-- Sistema de refrigeración -  
perfeccionado para la licuefacción de gases; tal y  
como queda sustancialmente descrito en la presente  
Memoria y en los adjuntos dibujos.

5.

Esta Memoria consta de veinticuatro  
hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 15 FEB. 1966

THE LA FLEUR CORPORATION,

J. GOMEZ ACEBO Y MODER  
Por F. Hernández Rute.

323082

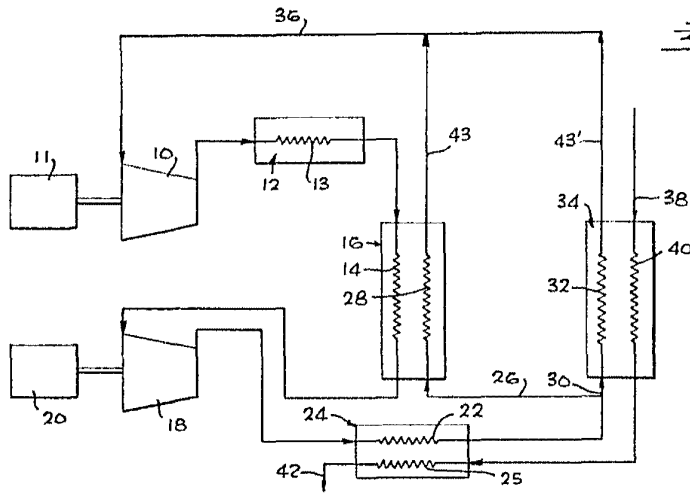


Fig. 1

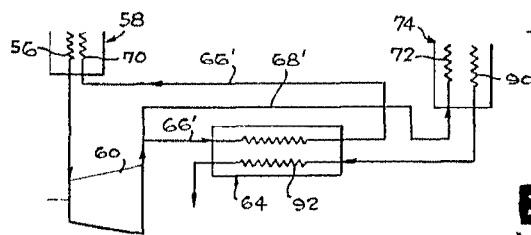


Fig. 20

ESCALA VARIABLE

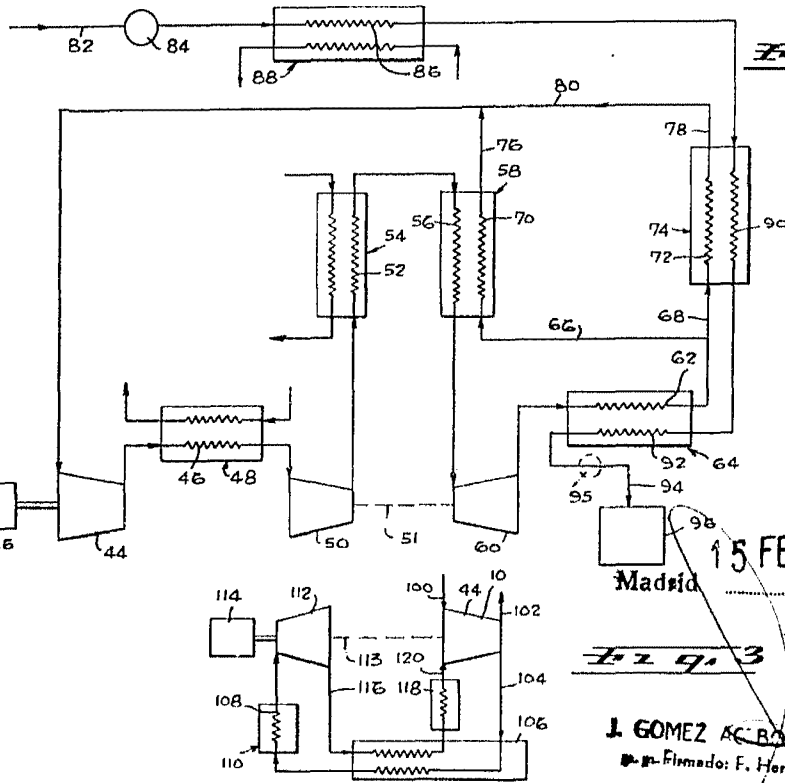


Fig. 2

15 FEB. 1968

Madsid

Fig. 3

J. GOMEZ AC. B. Y. MODEST  
Firmado: F. Hernandez Rula