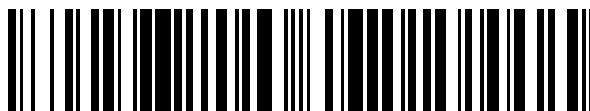


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 649**

51 Int. Cl.:

F25B 9/00 (2006.01)
F25J 1/00 (2006.01)
F25B 1/10 (2006.01)
F25B 5/02 (2006.01)
F25B 43/02 (2006.01)
F25J 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.08.2012 E 12756775 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.12.2015 EP 2758725**

54 Título: **Procedimiento e instalación de refrigeración**

30 Prioridad:

23.09.2011 FR 1158478

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

07.03.2016

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75 quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**BERNHARDT, JEAN-MARC;
DESCHILDRE, CINDY;
FAUVE, ERIC y
GRILLOT, DAVID**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 562 649 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento e instalación de refrigeración

La presente invención concierne a una instalación y a un procedimiento de refrigeración

5 La invención concierne especialmente a una instalación y a un procedimiento de refrigeración a baja temperatura en el cual un gas de masa molecular pequeña (por ejemplo el hidrógeno o el helio) es utilizado como fluido refrigerante para obtener temperaturas de refrigeración muy bajas (por ejemplo 4,5 K para el helio). La obtención de una refrigeración a temperaturas de 30 K y más bajas necesita generalmente la utilización de un refrigerante tal como el helio. El helio es comprimido en una extremidad caliente de un bucle o circuito, y después enfriado y expandido en la parte fría del bucle (caja fría). La mayor parte del refrigerante es recalentada por intercambio y reciclada a la etapa de compresión. En ciertas aplicaciones, una fracción del gas de trabajo puede ser licuefactada.

La compresión de los ciclos de licuefacción/refrigeración de helio utiliza generalmente una o varias etapas de máquinas de compresión (compresores) de tornillos lubricados seguidos de un sistema de desaceitado.

15 El documento US-A-4267701 divulga una instalación de refrigeración criogénica de una misma aplicación por medio de un solo refrigerador/licuefactor que comprende una estación de compresión del gas de trabajo, una caja fría destinada a enfriar el gas de trabajo a la salida de la estación de compresión a una temperatura criogénica al menos próxima a su temperatura de licuefacción, siendo puesto el gas de trabajo enfriado por la caja fría en intercambio térmico con la aplicación con miras a ceder frigorías a esta última.

20 Si es necesario tener varios refrigeradores, cada refrigerador está conectado a su propia estación de compresión. En función de los caudales demandados, cada nivel de compresión puede ser dividido en varios compresores en paralelo. Los sistemas de gestión de aceite primarios y de enfriamiento pueden ser comunes a varios compresores o ser específicos de cada uno.

25 Después de su compresión y su desaceitado, el gas de masa molar pequeña es enfriado y expandido en turbinas de expansión criogénicas de una caja fría para obtener el nivel de temperatura requerido. Las frigorías no utilizadas por el usuario del refrigerador/licuefactor son transmitidas después al fluido de trabajo a presión alta para enfriarle en los intercambiadores de calor. El gas de trabajo a presión baja y media del circuito vuelve a la aspiración de los compresores.

30 Para sistemas de refrigeración de gran tamaño, por ejemplo superior a 20 kW equivalente a 4,5 K es necesario utilizar varios refrigeradores distintos en paralelo conectados a la misma aplicación que haya que enfriar. Las cargas térmicas fluctuantes de la aplicación que haya que enfriar inducen fluctuaciones de caudal en los compresores de la estación de compresión. Los costes de la estación de compresión (material, integración e instalación) son relativamente importantes con respecto al coste global de la instalación.

35 Los ciclos de refrigeración (que generan el frío) son clásicamente « cerrados » a nivel de cada refrigerador. Es decir que la mayor parte del caudal de ciclo de fluido de trabajo que entra en la caja fría sale de esta misma caja fría. En cambio, estos caudales de ciclo son « abiertos » o combinados a nivel de la aplicación que haya que enfriar (el caudal de fluido de trabajo facilitado por los refrigeradores es compartido para la aplicación que haya que enfriar y después vuelto a cada refrigerador por un respectivo sistema de distribución).

40 Un objetivo de la invención es proponer un procedimiento y una instalación de refrigeración de una aplicación por medio de varios refrigeradores/licuefactores dispuestos en paralelo que resuelvan todos o parte de los problemas anteriores. En particular, un objetivo de la invención puede ser proponer un procedimiento y una instalación de refrigeración menos caros y/o más compactos y/o más eficaces y/o más flexibles de utilización que los sistemas conocidos.

45 Con este fin, la instalación de refrigeración de una misma aplicación comprende varios refrigeradores/licue factores dispuestos en paralelo, utilizando los refrigeradores/licuefactores en paralelo un gas de trabajo de la misma naturaleza que tenga una masa molar pequeña, es decir que tenga una masa molar global media inferior a 10 g/mol tal como el helio gaseoso puro, comprendiendo cada refrigerador/licuefactor una estación de compresión del gas de trabajo, una caja fría destinada a enfriar el gas de trabajo a la salida de la estación de compresión, siendo puesto el gas de trabajo enfriado por cada una de las respectivas cajas frías de los distintos refrigeradores/licuefactores en paralelo en intercambio térmico con la aplicación con miras a ceder frigorías a esta última, en la cual, una única estación de compresión asegura la compresión del gas de trabajo para cada una de las respectivas cajas frías distintas de los refrigeradores/licuefactores dispuestos en paralelo, comprendiendo la única estación de compresión únicamente máquinas de compresión del tipo de tornillos lubricados y sistemas de desaceitado del fluido de trabajo a la salida de las máquinas de compresión, de modo que las máquinas de compresión y los sistemas de desaceitado son compartidos por los refrigeradores/licuefactores dispuestos en paralelo.

55 La invención concierne en particular a una refrigeración/licuefacción en la cual el gas de trabajo es llevado a una temperatura criogénica próxima a su temperatura de licuefacción a la salida de la caja fría.

Por otra parte, modos de realización de la invención pueden comprender una o varias de las características siguientes:

- la única estación de compresión comprende una pluralidad de máquinas de compresión que definen varios niveles de presión para el fluido de trabajo,
- 5 - el paso de un nivel de presión al nivel de presión siguiente superior es realizado por una o varias máquinas de compresión en serie o por varias máquinas de compresión dispuestas en paralelo,
- el paso de al menos un nivel de presión al nivel de presión superior siguiente es realizado por dos máquinas de compresión dispuestas en paralelo, estando dispuesto un sistema de desaceitado a la salida de las dos máquinas de compresión, comprendiendo el sistema de desaceitado ya sea un órgano de desaceitado único común para las dos
10 máquinas de compresión dispuestas en paralelo, o dos órganos de desaceitado asignados respectivamente a las dos máquinas de compresión dispuestas en paralelo,
- la instalación comprende al menos un sistema de desaceitado final dispuesto a la salida del último nivel de compresión, es decir antes de una unión fluidica que alimenta de fluido a la caja fría,
- la instalación comprende al menos un intercambiador de enfriamiento del fluido de trabajo aguas abajo de una
15 máquina de compresión,
- la instalación comprende tres máquinas de compresión que definen tres niveles de presión creciente por encima del nivel de presión del fluido a la entrada de la estación de compresión, una primera y una segunda máquinas de compresión que están dispuestas en serie y que definen en su respectiva salida de fluido niveles de presión denominados respectivamente « bajo » y « alto », una tercera máquina de compresión que está alimentada en la
20 entrada por fluido procedente de las cajas frías a un nivel de presión denominado « medio » intermedio entre los niveles bajo y alto, definiendo la tercera máquina de compresión en su salida de fluido igualmente un nivel de presión « alto »,
- la instalación comprende una cuarta máquina de compresión dispuesta en paralelo con la segunda máquina de compresión, estando la salida de la cuarta máquina de compresión unida a la entrada de la tercera máquina de compresión,
25
- las salidas de la tercera máquina de compresión y de la segunda máquina de compresión están unidas a un conducto común que define un mismo nivel alto de presión,
- la salida de la tercera máquina de compresión y la salida de la segunda máquina de compresión están unidas al
30 menos a una caja fría en emplazamientos distintos que definen niveles altos de presión respectivos y distintos para el fluido.

Otro objetivo de la invención es proponer una instalación de refrigeración de una misma aplicación por medio de un solo refrigerador/licuefactor o de varios refrigeradores/licuefactores dispuestos en paralelo, utilizando el o los refrigeradores/licuefactores un gas de trabajo de la misma naturaleza que tenga una masa molar pequeña, es decir que tenga una masa global media inferior a 10 g/mol tal como el helio gaseoso puro, comprendiendo cada
35 refrigerador/licuefactor una estación de compresión del gas de trabajo, una caja fría destinada a enfriar el gas de trabajo a la salida de la estación de compresión, siendo puesto el gas de trabajo enfriado por cada una de las respectivas cajas frías de los licuefactores/refrigeradores en intercambio térmico con la aplicación con miras a ceder frigorías a esta última, en la cual, una única estación de compresión asegura la compresión del gas de trabajo para cada una de las respectivas cajas frías del o de los refrigeradores/licuefactores, comprendiendo la estación de compresión únicamente máquinas de compresión del tipo de tornillos lubricados y sistemas de desaceitado del fluido de trabajo a la salida de las máquinas de compresión, y por que la estación de compresión comprende una pluralidad de máquinas de compresión que definen varios niveles de presión para el fluido de trabajo, el paso de un nivel de presión al nivel de presión siguiente superior es realizado por una o varias máquinas de compresión en serie o por varias máquinas de compresión dispuestas en paralelo, comprendiendo la estación de compresión al menos
40 dos máquinas de compresión que definen al menos dos niveles de presión creciente por encima del nivel de presión del fluido a la entrada de la estación de compresión, dos máquinas de compresión principales que están dispuestas en serie y que definen en su respectiva salida de fluido niveles de presión denominados respectivamente « bajo » y « alto », siendo alimentada otra máquina de compresión secundaria en la entrada por fluido procedente de las cajas frías a un nivel de presión denominado « medio » intermedio entre los niveles bajo y alto, definiendo esta máquina de compresión secundaria en su salida de fluido igualmente un nivel de presión « alto ».

50

De acuerdo con otras particularidades posibles

- las salidas de la máquina de compresión secundaria y de la máquina de compresión principal están unidas a un conducto común que define un mismo nivel alto de presión,

- las salidas de la máquina de compresión secundaria y de la máquina de compresión principal están unidas al menos a una caja fría en emplazamientos distintos que definen niveles altos de presión respectivos y distintos para el fluido.

5 La invención concierne igualmente un procedimiento de refrigeración de una misma aplicación por medio de una instalación de refrigeración y/o licuefacción que comprende varios refrigeradores/licuefactores dispuestos en paralelo, utilizando los refrigeradores/licuefactores en paralelo un gas de trabajo de la misma naturaleza que tenga una masa molar pequeña, es decir que tenga una masa molar global media inferior a 10 g/mol tal como el helio gaseoso puro, comprendiendo cada refrigerador/licuefactor una estación de compresión del gas de trabajo, una respectiva caja fría destinada a enfriar el gas de trabajo a la salida de la estación de compresión, siendo puesto el gas de trabajo enfriado por las respectivas cajas frías de los refrigeradores/licuefactores en intercambio térmico con la aplicación con miras a ceder frigorías a la misma, en la cual una única estación de compresión asegura la compresión del gas de trabajo para cada una de las cajas frías distintas de los refrigeradores/licuefactores dispuestos en paralelo, comprendiendo la única estación de compresión únicamente máquinas de compresión del tipo de tornillos lubricados y sistemas de desaceitado del fluido de trabajo a la salida de las máquinas de compresión, de modo que las máquinas de compresión y los sistemas de desaceitado son compartidos por los refrigeradores/licuefactores dispuestos en paralelo.

De acuerdo con otras particularidades posibles:

20 - cuando la carga térmica de la aplicación que haya que enfriar varía, las variaciones de potencia de la instalación son realizadas variando el régimen de una parte solamente de las máquinas de compresión de la estación de compresión común,

- la aplicación enfriada por los refrigeradores/licuefactores en paralelo está dispuesta en el interior de un mismo recinto y comprende elementos supraconductores que haya que enfriar.

La invención puede concernir igualmente a cualquier dispositivo o procedimiento alternativo que comprenda cualquier combinación de las características anteriores o siguientes.

25 Otras particularidades y ventajas se pondrán de manifiesto en la lectura de la descripción que sigue, hecha refiriéndose a las figuras, en las cuales:

- la figura 1 representa de modo simplificado la estructura y el funcionamiento de una instalación de acuerdo con la invención,

30 - la figura 2 representa una vista esquemática y parcial que ilustra la estructura y el funcionamiento de un primer ejemplo de realización de acuerdo con la invención,

- la figura 3 representa una vista esquemática y parcial que ilustra la estructura y el funcionamiento de un segundo ejemplo de realización de acuerdo con la invención,

- la figura 4 representa una vista esquemática y parcial que ilustra la estructura y el funcionamiento de un tercer ejemplo de realización de acuerdo con la invención.

35 La instalación de refrigeración representada esquemáticamente en la figura 1 comprende varios refrigeradores/licuefactores (L/R) dispuestos en paralelo que enfrían a la misma entidad física (es decir, la misma aplicación 1).

40 Los refrigeradores/licuefactores (L/R) dispuestos en paralelo utilizan un gas de trabajo de la misma naturaleza que tiene una masa molar pequeña, es decir que tiene una masa global media inferior a 10 g/mol tal como por ejemplo el helio gaseoso puro.

Cada refrigerador/licuefactor (L/R) utiliza una estación 2 de compresión del gas de trabajo y una caja fría 3 destinada a enfriar el gas de trabajo a la salida de la estación 2 de compresión. El gas de trabajo enfriado por cada una de las respectivas cajas frías 3 de los refrigeradores/licuefactores (L, R) es puesto en intercambio térmico, por un circuito 11 de distribución, con la aplicación 1 con miras a ceder frigorías a esta última.

45 De acuerdo con una particularidad ventajosa, una única estación de compresión 2 asegura la compresión del gas de trabajo para cada una de las respectivas cajas frías 3 distintas de los refrigeradores/licuefactores L/R dispuestos en paralelo.

50 Llegado caso, la estación 2 de compresión 2 puede estar unida a un almacenamiento 12 intermedio denominado « caliente » de fluido de trabajo. De acuerdo con otra particularidad ventajosa, la única estación 2 de compresión comprende máquinas de compresión únicamente del tipo de tornillos lubricados y sistemas de desaceitado del fluido de trabajo a la salida de las máquinas de compresión. De este modo, las máquinas de compresión (compresores de tornillos lubricados) y los sistemas de desaceitado son compartidos por los refrigeradores/licuefactores dispuestos en paralelo.

Esta configuración permite limitar el número de máquinas y de equipos necesarios para la compresión del fluido de trabajo.

Esto permite igualmente concentrar las variaciones de carga en un número limitado de compresores con medios de regulación adaptados (por ejemplo, variadores de frecuencia, válvulas de regulación,...).

5 Además, llegado el caso, esto permite igualmente reagrupar estaciones de compresión por tipo de compresor o por función (ciclo de refrigeración y/o alimentación cliente) más bien que por ciclos de refrigeración.

Llegado el caso, la arquitectura permite igualmente prever diferentes presiones de ciclo de fluido por función o por estación de compresión.

10 La figura 2 ilustra un primer ejemplo de realización posible de acuerdo con la invención. Como se ve en la figura 2, la única estación 2 de compresión común comprende una pluralidad de máquinas de compresión EC1, EC2, EC3 que definen varios niveles VLP, LP, MP, HP, HP1, HP2 de presión para el fluido de trabajo.

A la entrada de la estación de compresión 2, el fluido procedente de una o de varias cajas frías 3 llega a una presión denominada « muy baja » (VLP). Esta presión de nivel muy bajo depende de la aplicación 1 y este nivel de presión muy bajo puede no estar presente para ciertas aplicaciones (es decir que el primer nivel de presión en la estación de compresión es denominado « bajo » es decir comprendido en el intervalo mencionado más adelante). Una primera máquina de compresión EC1 asegura una subida de presión del fluido de trabajo hasta una presión denominada « baja » LP que es superior a la presión muy baja VLP. A la salida de esta primera máquina de compresión EC1, el fluido puede ser desaceitado en un órgano 4 de desaceitado y después enfriado en un intercambiador 5 de calor. La salida de la primera máquina de compresión EC1 está unida después a la entrada de una segunda máquina de compresión EC2 que comprime al fluido de la presión baja LP a una presión alta HP. La entrada de esta segunda máquina de compresión EC2 recibe igualmente fluido a este nivel de presión baja LP procedente de las cajas frías 3. Como anteriormente, a la salida de esta segunda máquina de compresión EC2, el fluido puede ser desaceitado en un órgano 4 de desaceitado y después enfriado en un intercambiador 5 de calor. Antes de volver a las cajas frías 3, el fluido puede ser sometido a un último desaceitado más selectivo en un sistema de desaceitado final 14. Una tercera máquina de compresión EC3 está dispuesta en la estación 2 de compresión. Esta tercera máquina de compresión EC3 es alimentada en la entrada por fluido de las cajas 3 a un nivel de presión denominado « medio » MP intermedio entre los niveles bajo LP y alto HP. Esta tercera máquina de compresión EC3 define igualmente en la salida de fluido un nivel de presión « alto » HP para el fluido de trabajo. A la salida de esta segunda máquina de compresión EC2, el fluido puede ser desaceitado en un órgano 4 de desaceitado y después enfriado en un intercambiador 5 de calor. El fluido de trabajo a presión alta es inyectado aguas arriba del sistema de desaceitado final 14 (un conducto se empalma a la salida de la segunda máquina de compresor EC2).

Esta solución combina por tanto varias máquinas de compresión de tornillos lubricados entre la presión baja LP y la presión alta HP y tiene además un nivel de compresión entre la presión intermedia MP y la misma presión alta HP.

35 Esta configuración presenta la ventaja de reducir el tamaño de los sistemas 4 primarios de gestión de aceite (sistemas de desaceitado 4 antes del desaceitado final 14) en particular en la parte del ciclo entre la presión baja LP y la presión alta HP. Esta arquitectura permite igualmente conservar simultáneamente una flexibilidad sobre las variaciones de caudal y de presión posibles en el seno de esta parte del circuito (en particular entre la presión media MP y la presión alta HP).

40 En cambio, esta solución es menos flexible en lo que concierne a la posibilidad de hacer variar el caudal de fluido de trabajo en la presión baja LP porque las máquinas de compresión combinadas son interdependientes y las fluctuaciones son más difícilmente controlables.

Cada una de las etapas de compresión realizadas por una máquina de compresión puede naturalmente ser reemplazada por dos compresores (o más) dispuestos en paralelo. En efecto, en función de los caudales de fluido de trabajo necesarios, cada nivel de compresión puede ser dividido en varios compresores dispuestos en paralelo. En este caso, los sistemas de gestión de aceite primario (desaceitado) y de enfriamiento pueden ser comunes a varios compresores o ser específicos de cada uno.

En función del nivel de presión muy bajo VLP y de la tasa de compresión de la primera máquina de compresión EC1, la salida de la primera máquina de compresión EC1 puede igualmente ser unida a la entrada de la tercera máquina de compresión EC3 a un nivel de presión denominado « medio » MP. El resto de la arquitectura permanece similar.

50 La variante de la figura 3 se distingue de la figura 1 únicamente en que la instalación comprende una cuarta máquina de compresión EC12 dispuesta en paralelo con la segunda máquina de compresión EC2. Del mismo modo que para la segunda máquina de compresión EC2, la entrada de fluido de la cuarta máquina de compresión EC12 está unida a la vez a la salida de la primera máquina de compresión EC1 y a una llegada de fluido a esta presión baja de las cajas frías 3. La salida de la cuarta máquina de compresión EC12 está a su vez unida a la entrada de la tercera máquina de compresión EC3 (la entrada de la tercera máquina de compresión EC3 recibe igualmente fluido a la presión media MP de las cajas frías).

Como anteriormente, las segunda EC2 y cuarta EC12 máquinas de compresión en paralelo pueden tener cada una en su salida, un sistema de desaceitado 4 específico y un intercambiador de calor 5 específico. En variante, estos sistemas de desaceitado 4 e intercambiador de calor 5 pueden ser comunes y por tanto compartidos.

5 Como anteriormente, en función de los caudales de fluido de trabajo requeridos, cada nivel de compresión puede ser dividido en varias máquinas (compresores) dispuestas en paralelo.

Como anteriormente igualmente, esta solución combina varios compresores entre la presión baja LP y la presión alta HP y prevé además un nivel de compresión entre la presión intermedia MP y la misma presión alta HP.

Sin embargo, en el caso de la figura 3, una parte del caudal de fluido de trabajo a presión baja LP pasa a máquinas de compresión EC12 que comprimen el fluido únicamente hacia la presión intermedia MP.

10 Estas últimas máquinas de compresión EC12 pueden estar equipadas de variadores de velocidad a fin de reaccionar a variaciones de caudal de fluido a presión baja. La recirculación de fluido entre la presión baja LP y la presión media MP es igualmente posible para reaccionar a las variaciones de carga.

15 El o los compresores EC2 combinados entre a presión baja LP y la presión alta HP pueden funcionar con un caudal constante y de manera independiente de las fluctuaciones de la carga (aplicación 1) y del ciclo de trabajo. Las fluctuaciones de caudales y de presiones son absorbidas por el grupo de compresores EC1, EC3, EC12 entre la presión muy baja de entrada VLP hasta los niveles superiores (LP->MP->-HP).

20 La variante de la figura 4 se distingue de la figura 3 únicamente en que las salidas de la tercera máquina de compresión EC3 y de la segunda máquina de compresión EC2 están unidas al menos a una caja fría 3 en emplazamientos distintos que definen niveles altos de presión respectivos y distintos HP1, HP2 para el fluido. Además, en la figura 4, el conducto que comprende la cuarta máquina de compresión EC12 y sus órganos aguas abajo (desaceitador 4 e intercambiador de calor 5) ha sido representado en línea de puntos (para poner bien en evidencia su carácter facultativo).

25 En esta configuración de la figura 4, cada salida de presión alta HP1, HP2 de las tercera EC3 y segunda EC2 máquinas de compresión comprende, aguas abajo de un respectivo intercambiador 5 de calor, un respectivo órgano de desaceitado final 14. Dos sistemas de desaceitado finales 14 son en efecto indispensables debido a la diferencia de presión entre las dos líneas.

Como anteriormente, una parte del caudal de fluido a presión baja LP es comprimida directamente a una presión alta HP2. En esta configuración de la figura 4, esta presión alta HP2 es independiente de la presión alta HP1 obtenida a la salida de los compresores que comprimen entre la presión media MP y la presión alta HP1.

30 Esta arquitectura permite igualmente optimizar los tamaños y las eficacias de los diferentes tipos de compresores de las diferentes etapas de compresión.

Las variaciones de caudal y de presión del fluido en los circuitos conducen respectivamente a los dos niveles de presión alta HP1 y HP2 y por tanto pueden ser gestionadas igualmente de manera más independiente.

35 El circuito que comprende una etapa de compresión entre la presión media MP y a presión alta HP1 alimenta en general la mayoría de las turbinas de expansión del ciclo de las cajas frías 3 que son la fuente de refrigeración del sistema. Una variación de este ciclo permite por tanto una variación directa de la potencia de refrigeración de los refrigeradores/licuefactores L/R.

40 En cambio, el circuito de fluido a presión alta HP2 procedente de la segunda máquina de compresión EC2 puede ser utilizado preferentemente para una alimentación de una aplicación 1 y/o de un circuito de expansión de un enfriamiento de tipo Joule-Thompson en el extremo frío del ciclo.

La invención puede aplicarse especialmente a cualquier unidad de refrigeración/licuefacción de gran capacidad de licuefacción o de refrigeración que utilice helio o un gas raro.

45 A título de ejemplo no limitativo (circuito con tres etapas de compresión pero que definen cuatro niveles de presión), los niveles de presión respectivos muy bajo VLP, bajo LP, medio MP y alto HP de las etapas de compresión así como las tasas de compresión y caudales correspondientes del gas de trabajo pueden estar comprendidos en los intervalos siguientes.

ES 2 562 649 T3

Etapa de compresión	presión de aspiración de la máquina de compresión correspondiente	caudales en el seno de la máquina de compresión	tasa de compresión de la etapa de compresión
	(en bar)	(en g/s)	(sin unidad)
VLP	0,05 -> 1,0	10 -> 500	2 -> 15
LP	1,0 -> 2,5	500 -> 2000	2 -> 5
HP	3 -> 6	800 -> 4500	2 -> 5

REIVINDICACIONES

1. Instalación de refrigeración criogénica de una misma aplicación (1) por medio de varios refrigeradores/licuefactores (L/R) dispuestos en paralelo, utilizando los refrigeradores/licuefactores (L/R) en paralelo un gas de trabajo de la misma naturaleza que tiene una masa molar pequeña, es decir que tiene una masa molar global media inferior a 10 g/mol tal como el helio gaseoso puro, comprendiendo cada refrigerador/licuefactor (L/R) una estación (2) de compresión del gas de trabajo, una caja fría (3) destinada a enfriar el gas de trabajo a la salida de la estación (2) de compresión a una temperatura criogénica al menos próxima a su temperatura de licuefacción, siendo puesto el gas de trabajo enfriado por cada una de las respectivas cajas frías (3) de los refrigeradores/licuefactores (L, R) en intercambio térmico con la aplicación (1) con miras a ceder frigorías a esta última, en la cual, el conjunto de las estaciones de compresión del o de los refrigeradores/licuefactores forman una única estación de compresión (2) que asegura la compresión del gas de trabajo para cada una de las respectivas cajas frías (3) distintas de los refrigeradores/licuefactores (L, R) dispuestos en paralelo, comprendiendo la única estación (2) de compresión únicamente máquinas de compresión del tipo de tornillos lubricados (EC1, EC2, EC3) y sistemas (4, 14) de desaceitado del fluido de trabajo a la salida de las máquinas de compresión (EC1, EC2, EC3), de modo que las máquinas de compresión (EC1, EC2, EC3) y los sistemas (4, 14) de desaceitado del fluido de trabajo son compartidos por los refrigeradores/licuefactores (L/R) dispuestos en paralelo.
2. Instalación de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizada por que la única estación (2) de compresión comprende una pluralidad de máquinas de compresión (EC1, EC2, EC3) que definen varios niveles (VLP, LP, MP, HP, HP1, HP2) de presión para el fluido de trabajo.
3. Instalación de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada por que el paso de un nivel de presión (VLP, LP, MP, HP, HP1, HP2) al nivel de presión siguiente superior es realizado por una o varias máquinas de compresión (EC1, EC2, EC3) en serie o por varias máquinas de compresión (EC1, EC2, EC3) dispuestas en paralelo.
4. Instalación de acuerdo con las reivindicaciones 2 o 3 caracterizada por que el paso de un nivel de presión (VLP, LP, MP, HP, HP1, HP2) al nivel de presión superior siguiente es realizado por dos máquinas de compresión (EC1, EC12) dispuestas en paralelo, estando dispuesto un sistema (4, 14) de desaceitado a la salida de las dos máquinas de compresión (EC1, EC12), comprendiendo el sistema de desaceitado ya sea un órgano de desaceitado único común a las dos máquinas de compresión (EC1, EC12) dispuestas en paralelo, o dos órganos de desaceitado asignados respectivamente a las dos máquinas de compresión (EC1, EC12) dispuestas en paralelo.
5. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 4 caracterizada la misma comprende al menos un sistema (14) de desaceitado final dispuesto a la salida del último nivel de compresión, es decir antes de una unión fluidica que alimenta de fluido a la caja fría (3).
6. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizada por que la misma comprende al menos un intercambiador (5) de enfriamiento del fluido de trabajo aguas abajo de una máquina (EC1, EC2, EC3) de compresión.
7. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada por que la misma comprende tres máquinas de compresión (EC1, EC2, EC3) que definen tres niveles de presión (LP, MP, HP) creciente por encima del nivel de presión (VLP) del fluido a la entrada de la estación (2) de compresión, un primera (EC1) y una segunda (EC2) máquinas de compresión que están dispuestas en serie y que definen en su salida de fluido respectivo niveles de presión denominados respectivamente « bajo » (LP) y « alto » (HP), una tercera máquina de compresión (EC3) que está alimentada en la entrada por fluido procedente de las cajas frías (3) a un nivel de presión denominado « medio » (MP) intermedio entre los niveles bajo (LP) y alto (HP), definiendo la tercera máquina de compresión (EC3) a su salida de fluido igualmente un nivel de presión « alto » (HP).
8. Instalación de acuerdo con la reivindicación 7 caracterizada la misma comprende una cuarta máquina de compresión (EC12) dispuesta en paralelo con la segunda (EC2) máquina de compresión, estando unida la salida de la cuarta máquina de compresión (EC12) a la entrada de la tercera máquina de compresión (EC3).
9. Instalación de acuerdo con las reivindicaciones 7 u 8 caracterizada por que las salidas de la tercera máquina de compresión (EC3) y de la segunda máquina de compresión (EC2) están unidas a un conducto común que define un mismo nivel alto de presión (HP).
10. Instalación de acuerdo con las reivindicaciones 7 u 8, caracterizada por que la salida de la tercera máquina de compresión (EC3) y la salida de la segunda máquina de compresión (EC2) están unidas al menos a una caja fría (3) en emplazamientos distintos que definen niveles altos de presión respectivos y distintos (HP1, HP2) para el fluido.
11. Procedimiento de refrigeración de una misma aplicación (1) por medio de una instalación de refrigeración y/o licuefacción que comprende varios refrigeradores/licuefactores (L, R) dispuestos en paralelo, utilizando los refrigeradores/licuefactores (L, R) en paralelo un gas de trabajo de la misma naturaleza que tenga una masa molar pequeña, es decir que tenga una masa molar global media inferior a 10 g/mol tal como el helio gaseoso puro, comprendiendo cada refrigerador/licuefactor (L/R) una estación de compresión (2) del gas de trabajo, una respectiva

caja fría (3) destinada a enfriar el gas de trabajo a la salida de la estación (2) de compresión, siendo llevado el gas de trabajo a una temperatura criogénica próxima a su temperatura de licuefacción a la salida de la caja fría, siendo puesto el gas de trabajo enfriado por las respectivas cajas frías de los refrigeradores/licuefactores (L, R) en intercambio térmico con la aplicación (1) con miras a ceder frigorías a la misma, en la cual, una única estación de compresión (2) asegura la compresión del gas de trabajo para cada una de las distintas cajas frías (3) de los refrigeradores/licuefactores (L, R) dispuestos en paralelo, comprendiendo la única estación (2) de compresión únicamente máquinas de compresión del tipo de tornillos lubricados (EC1, EC2, EC3) y sistemas (4, 14) de desaceitado del fluido de trabajo a la salida de las máquinas de compresión (EC1, EC2, EC3), de modo que las máquinas de compresión (EC1, EC2, EC3) y los sistemas (4, 14) de desaceitado son compartidos por los refrigeradores/licuefactores (L/R) dispuestos en paralelo.

12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado por que cuando la carga térmica de la aplicación (1) que haya que enfriar varía, las variaciones de potencia de la instalación son realizadas variando el régimen de una parte solamente de las máquinas de compresión de la estación (2) de compresión común.

