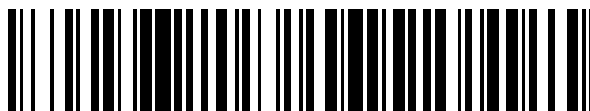


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 430**

51 Int. Cl.:

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.08.2012 E 12756777 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2016 EP 2758724**

54 Título: **Instalación de refrigeración**

30 Prioridad:

23.09.2011 FR 1158478
24.11.2011 FR 1160744

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.04.2016

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 2 567 430 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

Instalación de refrigeración

La presente invención se refiere a una instalación de refrigeración.

5 La invención se refiere especialmente a una instalación de refrigeración a baja temperatura en la cual se utiliza un gas de débil masa molar (por ejemplo, hidrógeno o helio) como fluido refrigerante para alcanzar 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 se comprime en un extremo caliente de un bucle o circuito, después se enfría y se expande en la parte fría del bucle (caja fría). La mayor parte del refrigerante se recalienta por intercambio y se recicla en la etapa de compresión. En ciertas aplicaciones, una fracción del gas de trabajo puede ser licuada.

10 La compresión de los ciclos de licuación/refrigeración del helio utiliza generalmente una o varias etapas de máquinas de compresión (compresores) de tornillo lubricadas seguido de un sistema de desengrasado.

15 Si es necesario tener varios refrigeradores, cada refrigerador se conecta a su propia estación de compresión. En función de los caudales deseados, cada nivel de compresión se puede dividir en varios compresores en paralelo. Los sistemas primarios de gestión del lubricante y de refrigeración pueden ser comunes a varios compresores o estar dedicados a cada uno.

20 Después de su compresión y su desengrasado, el gas de débil masa molar se enfría y se expande en las turbinas de expansión criogénicas de una caja fría para alcanzar el nivel de temperatura requerido. Las frigorías no utilizadas por el usuario del refrigerador/licuador se transmiten después al fluido de trabajo a alta presión para enfriarlo en los intercambiadores de calor. El gas de trabajo a baja y media presión del circuito vuelve a la aspiración de los compresores.

25 Para los sistemas de refrigeración de gran tamaño, por ejemplo, superiores a 20 kW equivalentes a 4,5 K es necesario utilizar varios refrigeradores diferentes en paralelo conectados a la misma aplicación a enfriar. Las cargas térmicas fluctuantes de la aplicación a enfriar inducen fluctuaciones de caudal sobre 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.

30 Los ciclos de refrigeración (que generan el frío) son típicamente "cerrados" al nivel de cada refrigerador. Una instalación asociada es conocida por el documento US-B1-7278280. Es decir que el caudal cíclico del fluido de trabajo que entra en la caja fría vuelve a salir en su mayor parte de esta misma caja fría. En cambio, estos caudales cíclicos son "abiertos" o combinados al nivel de la aplicación a enfriar (el caudal de fluido de trabajo suministrado por los refrigeradores es compartido por la aplicación a enfriar y después vuelve a cada refrigerador por un sistema de distribución respectivo).

35 Un objetivo de la invención es proporcionar una instalación de refrigeración de una aplicación por medio de varios refrigeradores/licuadores dispuestos en paralelo que resuelve todos o parte de los problemas anteriores. En particular, un objetivo de la invención puede ser proporcionar una instalación de refrigeración menos costosa y/o más compacta y/o más eficaz y/o más flexible de utilización que los sistemas conocidos.

40 A este fin, la instalación de refrigeración de una misma aplicación comprende varios refrigeradores/licuadores dispuestos en paralelo, donde los refrigeradores/licuadores en paralelo utilizan un gas de trabajo de la misma naturaleza que tiene una débil masa molar, es decir que tiene una masa molar global media inferior a 10 g/mol tal como el helio gaseoso puro, y cada refrigerador/licuador 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, y el gas de trabajo enfriado por cada una de las cajas frías respectivas de los refrigeradores/licuadores es sometido a intercambio térmico con la aplicación con vistas a ceder frigorías a esta última, en cuya instalación, una única estación de compresión asegura la compresión del gas de trabajo para cada una de las cajas frías diferentes respectivas de los refrigeradores/licuadores dispuestos en paralelo, y la única estación de compresión comprende únicamente máquinas de compresión de tipo tornillo lubricadas y sistemas de desengrasado del fluido de trabajo a la salida de las máquinas de compresión, de manera que las máquinas de compresión y los sistemas de desengrasado son compartidos por los refrigeradores/licuadores dispuestos en paralelo.

45 Además, los modos de realización de la invención pueden comprender una o varias de las siguientes características:

- la única 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 siguiente nivel de presión superior se realiza a través de una o varias máquinas de compresión en serie o a través de varias máquinas de compresión dispuestas en paralelo,
 - 5 - el paso de al menos un nivel de presión al siguiente nivel de presión superior se realiza a través de dos máquinas de compresión dispuestas en paralelo, y un sistema de desengrasado está dispuesto a la salida de las dos máquinas de compresión, donde el sistema de desengrasado comprende o bien un órgano de desengrasado único común a las dos máquinas de compresión dispuestas en paralelo, o bien dos órganos de desengrasado que se asignan respectivamente a las dos máquinas de compresión dispuestas en paralelo,
 - 10 - la instalación conlleva al menos un sistema de desengrasado final dispuesto a la salida del último nivel de compresión, es decir antes de una conexión fluidica que alimenta de fluido la caja fría,
 - la instalación comprende al menos un intercambiador de enfriamiento del fluido de trabajo aguas abajo de una máquina de compresión,
 - la instalación comprende tres máquinas de compresión que definen tres niveles de presión crecientes por encima del nivel de presión del fluido a la entrada de la estación de compresión, y la primera y la segunda máquina de compresión están dispuestas en serie y definen a su salida un fluido respectivo de los niveles de presión denominados respectivamente "bajo" y "alto", y la tercera máquina de compresión está alimentada a la entrada por el fluido procedente de las cajas frías a un nivel de presión denominado "medio" intermedio entre los niveles bajo y alto, y la tercera máquina de compresión define a su salida un fluido igualmente de un nivel de presión "alto",
 - 20 - la instalación comprende una cuarta máquina de compresión dispuesta en paralelo con la segunda máquina de compresión, estando conectada la salida de la cuarta máquina de compresión a la entrada de la tercera máquina de compresión,
 - las salidas de la tercera máquina de compresión y de la segunda máquina de compresión están conectadas a un conducto común que define un mismo nivel alto de presión,
 - 25 - la salida de la tercera máquina de compresión y la salida de la segunda máquina de compresión están conectadas al 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 proporcionar una instalación de refrigeración de una misma aplicación por medio de un solo refrigerador/licuador o de varios refrigeradores/licuadores dispuestos en paralelo, donde el refrigerador/licuador o los refrigeradores/licuadores utilizan un gas de trabajo de la misma naturaleza que tiene una débil masa molar, es decir que tiene una masa molar global media inferior a 10 g/mol tal como el helio gaseoso puro, y cada refrigerador/licuador 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, y el gas de trabajo enfriado por cada una de las cajas frías respectivas de los refrigeradores/licuadores es sometido a intercambio térmico con la aplicación con vistas a ceder frigorías a esta última, en cuya instalación, una única estación de compresión asegura la compresión del gas de trabajo para cada una de las cajas frías del refrigerador/licuador o de los refrigeradores/licuadores, donde la estación de compresión comprende únicamente máquinas de compresión de tipo tornillo lubricadas y sistemas de desengrasado del fluido de trabajo a la salida de las máquinas de compresión, y en la 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 siguiente nivel de presión superior se realiza a través de una o varias máquinas de compresión en serie o a través de varias máquinas de compresión dispuestas en paralelo, y la estación de compresión comprende al menos 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, donde dos máquinas de compresión principales están dispuestas en serie y definen a su salida un fluido respectivo de los niveles de presión denominados respectivamente "bajo" y "alto", y otra máquina de compresión secundaria está alimentada a la entrada por el fluido procedente de las cajas frías a un nivel de presión denominado "medio" intermedio entre los niveles bajo y alto, y esta máquina de compresión secundaria define a su salida un fluido igualmente de un nivel de presión "alto".
- Según otras particularidades posibles
- 50 - las salidas de la máquina de compresión secundaria y de la máquina de compresión principal están conectadas 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 conectadas al menos a una caja fría con emplazamientos distintos que definen niveles altos de presión respectivos y distintos para el fluido.

- 5 Se muestra igualmente un procedimiento de refrigeración que no forma parte de la invención, que se refiere a una misma aplicación por medio de una instalación de refrigeración y/o de licuación que comprende varios refrigeradores/licuadores dispuestos en paralelo, donde los refrigeradores/licuadores en paralelo utilizan un gas de trabajo de la misma naturaleza que tiene una débil masa molar, es decir que tiene una masa molar global media inferior a 10 g/mol tal como el helio gaseoso puro, y cada refrigerador/licuador comprende una estación de compresión del gas de trabajo, una caja fría respectiva destinada a enfriar el gas de trabajo a la salida de la estación de compresión, y el gas de trabajo enfriado por las cajas frías respectivas de los refrigeradores/licuadores es sometido a intercambio térmico con la aplicación con el fin de cederla frigorías, en cuyo procedimiento, una única estación de compresión asegura la compresión del gas de trabajo para cada una de las cajas frías distintas de los refrigeradores/licuadores dispuestos en paralelo, y la única estación de compresión comprende únicamente máquinas de compresión de tipo tornillo lubricadas y sistemas de desengrasado del fluido de trabajo a la salida de las máquinas de compresión, de manera que las máquinas de compresión y los sistemas de desengrasado son compartidos por los refrigeradores/licuadores dispuestos en paralelo.

Según otras particularidades posibles:

- 20 - cuando la carga térmica de la aplicación a enfriar varía, se realizan variaciones de la potencia de la instalación variando el régimen de una parte solamente de las máquinas de compresión de la estación de compresión común,
- la aplicación enfriada por los refrigeradores/licuadores en paralelo está dispuesta en un mismo recinto y comprende los elementos supraconductores a enfriar.

La invención se puede referir también a todo dispositivo alternativo que comprenda cualquier combinación de las características mencionadas antes o más adelante.

- 25 Otras particularidades y ventajas aparecerán con la lectura de la descripción de aquí en adelante, hecha con referencia a las figuras en las cuales:

- la figura 1 representa de forma simplificada la estructura y el funcionamiento de una instalación según la invención,

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

- 30 - la figura 3 representa una vista esquemática y parcial que ilustra la estructura y el funcionamiento de un segundo ejemplo de realización según la invención,
- la figura 4 representa una vista esquemática y parcial que ilustra la estructura y el funcionamiento de un tercer ejemplo de realización según la invención.

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

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

- 40 Cada refrigerador/licuador (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 cajas frías 3 respectivas de los refrigeradores/licuadores (L, R) es sometido a intercambio térmico, a través de un circuito 11 de distribución, con la aplicación 1 con vistas a ceder frigorías a esta última.

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

La estación 2 de compresión 2 puede estar conectada según el caso a un almacenamiento 12 de reserva

denominado “caliente” de fluido de trabajo. Según otra particularidad ventajosa, la única estación 2 de compresión comprende máquinas de compresión únicamente de tipo tornillo lubricadas y sistemas de desengrasado del fluido de trabajo a la salida de las máquinas de compresión. De esta forma, las máquinas de compresión (compresores de tornillo lubricados) y los sistemas de desengrasado son compartidos por los refrigeradores/licuadores dispuestos en paralelo.

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

Esto permite también concentrar las variaciones de carga sobre un número limitado de compresores con medios de regulación adaptados (por ejemplo, variadores de frecuencia, compuertas de reglaje, ...).

10 Además, esto permite igualmente, llegado el caso, reagrupar las estaciones de compresión por tipo de compresor o por función (ciclo de refrigeración y/o de alimentación del cliente) en vez de por ciclos de refrigeración.

La estructura permite también, llegado el caso, prever diferentes presiones de ciclo del fluido por función o por estación de compresión.

15 La figura 2 ilustra un primer ejemplo de realización posible según 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.

En 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 se denomina “bajo” es decir comprendido en el intervalo que se menciona 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 desengrasado en un órgano 4 de desengrasado y después enfriado en un intercambiador 5 de calor. La salida de la primera máquina de compresión EC1 está conectada después a la entrada de una segunda máquina de compresión EC2 que comprime el fluido de la presión baja LP a una presión alta HP. La entrada de esta segunda máquina de compresión EC2 recibe igualmente el 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 desengrasado en un órgano 4 de desengrasado y después enfriado en un intercambiador 5 de calor. Antes de volver a las cajas frías 3, el fluido puede sufrir un último desengrasado más selectivo en un sistema de desengrasado final 14. Una tercera máquina de compresión EC3 está dispuesta en la estación 2 de compresión. Esta tercera máquina de compresión EC3 es alimentada a la entrada por el 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 a su salida un fluido con 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 desengrasado en un órgano 4 de desengrasado y después enfriado en un intercambiador 5 de calor. El fluido de trabajo a alta presión se inyecta aguas arriba del sistema de desengrasado final 14 (se empalma un conducto a la salida de la segunda máquina de compresión EC2).

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

40 Esta configuración presenta la ventaja de reducir el tamaño de los sistemas 4 primarios de gestión del lubricante (sistemas de desengrasado 4 antes del desengrasado final 14) en particular sobre la parte del ciclo entre la presión baja LP y la presión alta HP. Esta estructura 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).

45 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 puesto que 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 ser reemplazada, por supuesto, 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 lubricante primario (desengrasado) y de enfriamiento pueden ser comunes a varios compresores o estar dedicados a cada uno de ellos.

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 estar igualmente conectada a la entrada de la tercera máquina de compresión EC3 a un nivel de presión denominado "medio" MP. El resto de la estructura permanece similar.

- 5 La variante de la figura 3 se distingue de la 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 conectada a la vez a la salida de la primera máquina de compresión EC1 y a una llegada de fluido a esta presión baja desde las cajas frías 3. La salida de la cuarta máquina de compresión EC12 está en lo que se refiere a ella conectada a la entrada de la tercera máquina de compresión EC3 (la entrada de la tercera máquina de compresión EC3 recibe también fluido a la presión media MP desde las cajas frías).

Como anteriormente, las máquinas de compresión segunda EC2 y cuarta EC4, en paralelo, pueden tener cada una a su salida, un sistema de desengrasado 4 dedicado y un intercambiador de calor 5 dedicado. Como variante, estos sistemas de desengrasado 4 y el intercambiador de calor 5 pueden ser comunes y por lo tanto compartidos.

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

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

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

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

- 25 El compresor o los compresores EC2 combinados entre la baja presión LP y la alta presión 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).

- 30 La variante de la figura 4 se distingue de la 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 conectadas al menos a una caja fría 3 con 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 (desengrasador 4 e intercambiador de calor 5) han sido representados con puntos (para poner en evidencia su carácter facultativo).

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

- 40 Como anteriormente, una parte del caudal de fluido a baja presión LP se comprime 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.

Esta estructura 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 sobre los circuitos que terminan respectivamente en los dos niveles de presión alta, HP1 y HP2, por lo tanto, pueden ser generadas también de manera más independiente.

- 45 El circuito que comprende una etapa de compresión entre la presión media MP y la presión alta HP1, alimenta en general la mayor parte 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 lo tanto una variación directa del poder de refrigeración de los refrigeradores/licuadores L/R.

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

5 La invención se puede aplicar especialmente a toda unidad de refrigeración/licuación de gran capacidad de licuación o de refrigeración utilizando helio o un gas raro.

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 que siguen.

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 bares)	(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

10

Las estructuras de las estaciones de compresión de los ejemplos ilustrados se pueden aplicar con ventaja también a una instalación que utilice un solo licuador/refrigerador (y no varios en paralelo).

REIVINDICACIONES

1. Instalación de refrigeración de una misma aplicación (1) por medio de un solo refrigerador/licuador (L/R) o de varios refrigeradores/licuadores (L/R) dispuestos en paralelo, donde el refrigerador/licuador o los refrigeradores/licuadores (L/R) utilizan un gas de trabajo de la misma naturaleza que tiene una débil masa molar, es decir que tiene una masa molar global media inferior a 10 g/mol tal como el helio gaseoso puro, y cada refrigerador/licuador (L/R) comprende 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, y el gas de trabajo enfriado por cada una de las cajas frías (3) respectivas de los refrigeradores/licuadores (L, R) es sometido a intercambio térmico con la aplicación (1) con vistas a ceder frigorías a esta última, en cuya instalación, el conjunto de las estaciones de compresión del refrigerador/licuador o de los refrigeradores/licuadores forma una única estación de compresión (2) que asegura la compresión del gas de trabajo para cada una de las cajas frías (3) del refrigerador/licuador o de los refrigeradores/licuadores (L, R), y la estación (2) de compresión comprende únicamente máquinas de compresión de tipo tornillo lubricadas (EC1, EC2, EC3) y sistemas (4, 14) de desengrasado del fluido de trabajo a la salida de las máquinas de compresión (EC1, EC2, EC3), y en la que la 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, y el paso de un nivel de presión (VLP, LP, MP, HP, HP1, HP2) al siguiente nivel de presión superior se realiza a través de una o varias máquinas de compresión (EC1, EC2, EC3) en serie o a través de varias máquinas de compresión (EC1, EC2, EC3) dispuestas en paralelo, y la estación de compresión comprende al menos dos máquinas de compresión (EC2, EC3) que definen al menos dos niveles de presión (MP, HP) crecientes por encima del nivel de presión (VLP/LP) del fluido a la entrada de la estación (2) de compresión, dos máquinas (EC 1, EC2) de compresión principales, respectivamente la primera (EC1) y la segunda (EC2) máquinas de compresión principales, que están dispuestas en serie y que definen a su salida un fluido respectivo de los niveles de presión respectivamente denominados "bajo" (LP) y "alto" (HP), estando las máquinas de compresión principales (EC1, EC2) dispuestas en serie una a continuación de la otra, es decir sin otra máquina de compresión secundaria en serie entre ellas, caracterizada la instalación porque otra máquina de compresión (EC3) secundaria es alimentada a la entrada por el fluido procedente de las cajas frías (3) a un nivel de presión denominado "medio" (MP) intermedio entre los niveles bajo (LP) y alto (HP) y esta máquina de compresión secundaria (EC3) define a su salida un fluido también de un nivel de presión "alto" (HP), siendo el nivel de presión medio (MP) superior al nivel de presión a la entrada de las máquinas de compresión principales (EC1, EC2).
2. Instalación según la reivindicación 1, caracterizada porque las salidas de la máquina de compresión (EC3) secundaria y de la segunda máquina de compresión principal (EC2) están conectadas a un conducto común que define un mismo nivel alto de presión (HP).
3. Instalación según la reivindicación 1, caracterizada porque las salidas de la máquina de compresión (EC3) secundaria y de la segunda máquina de compresión principal (EC2) están conectadas al menos a una caja fría (3) en emplazamientos distintos que definen niveles altos de presión respectivos y distintos (HP1, HP2) para el fluido.
4. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque el nivel de presión alto (HP) en la salida de la máquina de compresión secundaria (EC3) es superior al nivel de presión a la entrada de las máquinas de compresión principales (EC1, EC2).
5. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque el nivel de presión de fluido a la salida de la primera máquina de compresión principal (EC1) está en el nivel bajo (LP) y corresponde al nivel de presión de fluido a la entrada de la segunda máquina de compresión (EC2) principal, siendo el nivel de presión medio (MP) intermedio entre el nivel de presión bajo (LP) y el nivel de presión alto (HP).

