(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 709 514**

(51) Int. Cl.:

F25J 1/02 (2006.01)
F25J 3/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.09.2010 PCT/ES2010/070632**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2011 WO11073476**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2010 E 10837077 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 2495517**

(54) Título: **Planta de recuperación de helio**

(30) Prioridad:

26.10.2009 ES 200930904

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.04.2019

(73) Titular/es:

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC) (33.3%)
C/ Serrano 117
28006 Madrid, ES;
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA (33.3%) y
GWR INSTRUMENTS, INC. (33.3%)

(72) Inventor/es:

RILLO MILLÁN, CONRADO y
TOCADO MARTÍNEZ, LETICIA

(74) Agente/Representante:

ESCUDERO PRIETO, Nicolás

ES 2 709 514 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

Planta de recuperación de helio

Objeto de la invención

La presente invención se refiere a una planta de recuperación de helio para la recuperación de helio a partir de equipos que usan helio. Se conoce una planta de recuperación correspondiente del documento JP 2005 083 588. Tal planta de recuperación de helio comprende varios módulos, incluyendo un módulo de recuperación que puede conectarse a equipos que usan helio, estando adaptado dicho módulo de recuperación para recoger gas helio de tales equipos,

- un módulo de almacenamiento presurizado conectado a dicho módulo de recuperación, estando adaptado dicho módulo de almacenamiento para filtrar y almacenar el helio procedente del módulo de recuperación,

- un módulo de purificación conectado al módulo de almacenamiento, y adaptado para eliminar todas las impurezas del helio que pasa a través del módulo de gestión de gas del módulo de almacenamiento antes de que el helio alcance el módulo de licuefacción, en el que el módulo de purificación comprende al menos un purificador, estando el purificador integrado con refrigeradores de ciclo cerrado de una o más etapas

- un módulo de licuefacción que está adaptado para licuar helio en fase gaseosa procedente del módulo de purificación y que genera helio líquido a través de varios licuefactores, pudiendo dicho módulo de licuefacción conectarse a los equipos que usan helio y estando adaptado para redistribuir helio líquido a dichos equipos,

- un conjunto de módulos de gestión de distribución objetivo que integra analizadores de gas y medios de distribución, respectivamente ubicados entre el módulo de licuefacción y los purificadores y entre el módulo de almacenamiento y los purificadores, y adaptado para gestionar la distribución de helio que, respectivamente, fluye desde los purificadores y los licuefactores,

- varios módulos de gestión y distribución de gas respectivamente, adaptados para suministrar helio al módulo de purificación y usando el módulo de licuefacción un sistema de válvulas y sensores,

y

un tanque de gas helio, que está ubicado en paralelo al módulo de almacenamiento, adaptado para almacenar gas helio de alta pureza y proporcionar tal gas puro a los módulos de gestión de distribución.

Los diferentes módulos para la recuperación de helio van a usarse posteriormente en diversas aplicaciones, tales como la refrigeración de equipamiento médico requerido en obtención de imágenes por resonancia magnética (MRI).

Antecedentes de la invención

A pesar de que el Helio (He) es el segundo elemento más abundante del Universo, en la Tierra es escaso y solo se extrae con dificultad. Se encuentra en el subsuelo, en estado gaseoso, como subproducto de desintegraciones radiactivas naturales.

El He subterráneo se obtiene en pozos de gas natural, por métodos de separación. Mientras está en estado gaseoso, se transporta hasta el distribuidor y/o usuario final en recipientes de alta presión, mientras está en fase líquida en recipientes aislados térmicamente (recipientes “Dewar” o frascos de transporte) a presión atmosférica. El He en fase líquida se obtiene mediante plantas industriales de licuefacción de gran tamaño y potencia (tamaño XL: >1000 l/h, > 1000 Kw, con rendimientos del orden de 1 l/h/kW) en las que el gas, previamente almacenado en recipientes a alta presión, se somete posteriormente a uno o más procesos termodinámicos cíclicos, y luego se enfría hasta que alcanza su temperatura de licuefacción. La tecnología de estas plantas de licuefacción data de mediados del siglo pasado y ha sido objeto de patentes (Collins 1949, Toscano 1981) y de diversos productos comerciales presentes actualmente en el mercado.

Las aplicaciones industriales y científicas del He son numerosas. Todas presentan una demanda creciente de dicho elemento, tanto en fase gaseosa (soldadura, globos.), como en fase líquida (-269ºC a 1 bar) (refrigeración de equipos científicos y médicos, etc.). El He se considera por tanto un recurso estratégico finito y de alto coste, por lo que su reciclado sin pérdidas presenta un enorme interés.

Todas las plantas de recuperación y licuefacción de gas que se han desarrollado hasta el presente muestran pérdidas en todas las fases (fase 1: recuperación, fase 2: almacenamiento a presión, fase 3: purificación, fase 4: licuefacción y fase 5: distribución a los usuarios) que en conjunto pueden ser significativas, superando el 10% por ciclo (Ef <= 0,9) en casi todos los casos. Por otro lado, estas plantas requieren complejas instalaciones para el almacenamiento de

grandes volúmenes de gas a alta presión, independientemente de la tasa de consumo de líquido, dado que su tasa de licuefacción no puede regularse ni adaptarse al consumo. Finalmente, al no poder ajustar la tasa de licuefacción, el líquido se produce en volúmenes que superan el consumo, lo que obliga al uso de recipientes “Dewar” o frascos de almacenamiento de alta capacidad, y en consecuencia recipientes Dewar de transporte más pequeños para distribuir el líquido a los usuarios de la planta de licuefacción.

Con el desarrollo de refrigeradores comerciales de ciclo cerrado basados en tecnologías de Gifford-MacMahon y tubo de pulso, cada vez más potentes y con temperaturas base más bajas, se han desarrollado, patentado y comercializado determinados licuefactores de He. En tales licuefactores, el gas que va a licuarse no se somete a ningún ciclo termodinámico complejo, si no que se condensa por convección e intercambio térmico directo con las distintas etapas del refrigerador y se almacena posteriormente en un recipiente térmico, un denominado “Dewar”. Sin embargo, hasta la fecha, no se han desarrollado plantas de licuefacción o recuperación de He eficaces basadas en esta tecnología. Una planta de este tipo podría cubrir los requisitos de los laboratorios de investigación científica, hospitales e industrias cuyo consumo es pequeño o moderado. Por otra parte, el rendimiento R de estos tipos más nuevos de licuefactores de helio desarrollados hasta el presente es todavía muy bajo. Tal como se reconoce en las referencias citadas, se encuentran valores de R de 0,2 l/día/kW (Sumitomo), entre 0,8 y 1,5 l/día/kW (Quantum Tech Corp) y, lo más recientemente, entre 1,75 y 2,25 l/día/kW (Cryomech, Wang), todavía lejos de los valores típicos de 5 l/día/kW logrados mediante licuefactores de tamaño M comerciales basados en la tecnología de Collins más antigua.

Además, en un intento por resolver el problema directamente para cada equipo individual, se han desarrollado sistemas criogénicos que incorporan un refrigerador de ciclo cerrado para volver a condensar el helio evaporado por el instrumento científico o médico. Entre ellos, se encuentran los equipos de resonancia magnética de hospitales con consumos de 0,24 l/día (documento US 5363077) y el Sistema de Medición de Propiedades Físicas de Quantum Design con la opción Evercool, con consumos de 1,9 l/día.

Sin embargo, estos sistemas utilizan un refrigerador por cada equipo, por lo que se infrautiliza la capacidad del refrigerador (R<0,05l/día/kW en equipos de resonancia magnética y R<0,5l/día/kW en equipos de medidas físicas). Sin embargo, estos refrigeradores no resuelven el problema para instalaciones para las que la instalación directa de un refrigerador no es factible técnicamente. Además, cuando un gran número de equipos requieren refrigeración, los costes de adquisición y mantenimiento de todas las unidades de refrigeración correspondientes invalidan esta solución.

Todos los sistemas de recuperación de gas actualmente en el mercado utilizan analizadores de gas (Cryogenics 26, 8-9, 484-484, 1986), unidades de purificación para eliminar contaminantes, compresores y cilindros de almacenamiento a presión atmosférica y a alta presión, como en el documento US 7169210 B2. Se emplean en la fabricación de fibras ópticas para reciclar el gas refrigerante usado (documentos EP 1 394 126 A1, EP 0 601 601 A1, EP 0 820 963 A1, WO 01/94259 A1) así como en metalurgia e industria de metalurgia ferrosa para recuperar el gas helio (documento US 7067087 B2).

Los sistemas de purificación que se emplean están basados en secadores y absorbentes (documento US 5391358), intercambiadores de calor (documento EP 1 647 321 A2) y la combinación de trampa fría de nitrógeno líquido e intercambiadores de calor (documento US 3 792 591). Los equipos comerciales de purificación de gases combinan materiales absorbentes de trampa fría como el descrito en la página Web de la empresa Air Liquide.

Por tanto, el desarrollo de plantas eficaces de recuperación y purificación de gas helio basadas en las tecnologías de refrigerador de ciclo cerrado, es también de gran interés y de hecho fundamentales para conseguir plantas de licuefacción de helio libres de fugas, eficaces. El gas helio que se emplea como gas trazador en procesos de detección de fugas o como enfriador puede recuperarse para reutilizarlo luego varias veces reduciendo la adquisición de helio virgen. La recuperación de helio es un imperativo económico en los procesos que requieren gas helio a presión.

La realización de la figura 3 del documento JP 2005 083 588, que se considera que forma la técnica anterior más cercana, está diseñada para licuar helio en un sistema abierto, es decir, rellenando recipientes de transporte aislados correspondientes, que pueden transferirse adicionalmente a cualquier equipo que usa helio, al tiempo que el helio que se evapora del mismo se recoge por separado y se devuelve o bien con globos de recogida que pueden tener un volumen sustancial o bien se suministra en cilindros de suministro a alta presión. Esto causa algo de pérdida de helio y aumenta el coste de almacenamiento y transporte, en donde las pérdidas de helio se deben principalmente a la conexión/desconexión repetidas entre la planta de recuperación, los dispositivos de transporte y los equipos que usan helio.

Por tanto, el objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de recuperación de helio libre de fugas que evitará la dependencia de un suministro de helio virgen y licúa gas helio con eficacia máxima.

Este objeto se logra mediante una planta de recuperación según la reivindicación 1, que está adaptada para formar un sistema cerrado junto con los equipos que usan helio y en la que los licuefactores (14) comprenden un recipiente

similar a un Dewar y al menos un compresor y un refrigerador de ciclo cerrado de una o más etapas dispuesto en el Dewar, de modo que el refrigerador licúa helio dentro del Dewar, medios para la regulación de la presión de vapor que se encuentran en el Dewar en equilibrio térmico con el líquido, configurados para alcanzar una eficacia máxima del proceso de licuefacción adaptando la tasa de licuefacción a la tasa de recuperación de gas mediante un control electrónico de la presión de vapor.

Descripción de la invención

El objeto de esta invención es por tanto una planta de recuperación de Helio libre de fugas con una eficacia, denominada E_f=1, con funcionamiento tanto automático como un modo en espera o "stand-by", en la que inicialmente se introduce Helíquido en los equipos experimentales del centro de investigación, hospital o industria que está conectado a la planta y, después de que se evapore, se recupera para licuarse entonces y volver a introducirse en el equipo de manera que, independientemente de cualquier mantenimiento o fallo, no es necesario añadir helio tras su introducción inicial.

La planta cubre un intervalo de entre 0 litros por hora (l/h) de helio licuado, 0 l/h en modo en espera, y más de 10 l/h de manera que se corresponde perfectamente con la producción de las plantas grandes que usan tecnología clásica. Además, el rendimiento de la planta es superior a 4 l/día/kW, alcanzando prácticamente los atributos de producción y rendimiento de la tecnología de Collins, pero con procedimientos de funcionamiento y mantenimiento incluso más sencillos.

La planta de recuperación consta de cinco módulos diferentes, en la que cada uno ofrece una de las siguientes funciones en el proceso de recuperación de helio:

- Módulo de recuperación mediante un kit de recuperación conectado preferiblemente a un globo o un depósito de almacenamiento.

- Módulo de recogida y almacenamiento de gas preferiblemente a presión atmosférica en un globo o depósito y almacenamiento de gas preferiblemente a presión absoluta mayorde 2 bar preferiblemente mediante un compresor libre de purgas (de ese modo a prueba de fugas) filtros y almacenamiento de gas al nivel de presión de salida del compresor.

- Módulo de purificación mediante, por ejemplo, un purificador basado en ciclo cerrado de una o más etapas, que permite eliminar impurezas tales como vapor de agua, aire, etc.

- Módulo de licuefacción mediante refrigeradores basados en ciclo cerrado de una o más etapas, que adapta su tasa de licuefacción a la tasa de recuperación del gas, y, por tanto, al consumo de gas licuado de los equipos conectados (usuarios finales). Distribución del gas licuado a los usuarios finales preferiblemente mediante una válvula de transferencia colocada en el licuefactor que permite su extracción. El licuefactor puede desplazarse preferiblemente hasta el usuario mediante un carro de transporte en el que los licuefactores comprenden un recipiente similar a un Dewar y al menos un compresor y un refrigerador de ciclo cerrado de una o más etapas, medios para la regulación de la presión de vapor que se encuentran en el Dewar en equilibrio térmico con el líquido, configurados para adaptar la tasa de licuefacción a la tasa de recuperación de gas mediante un control electrónico de la presión de vapor.

- Módulo de gestión de distribución del helio (fase gaseosa) colocado en la salida del módulo de almacenamiento y del módulo de purificación.

Para que el proceso de licuefacción alcance la máxima eficacia se requiere una regulación precisa mediante un control electrónico de la presión del vapor existente en el Dewar en equilibrio con el líquido. Cada valor de presión P tiene su tasa de licuefacción correspondiente T_l (expresada en l/h), siendo T_l una función creciente de P.

La capacidad de ajustar la tasa de licuefacción minimiza el lapso de tiempo de almacenamiento del gas evaporado y, por lo tanto, reduce las impurezas que adquiere el gas recuperado. También se minimiza el volumen del gas almacenado antes de su licuefacción, lo que simplifica y reduce el tamaño de la planta. Además, el licuefactor permite el almacenamiento permanente del líquido producido dentro de su propio recipiente térmicamente aislado (Dewar), lo que corresponde a una tasa de licuefacción de 0 l/h y una pérdida del 0%, manteniendo el líquido en el modo en espera como reserva o stock para su uso inmediato.

La planta de licuefacción es escalable a tamaños superiores aumentando fácilmente el número de unidades de licuefacción, dando como resultado un procedimiento simplificado, siempre que la potencia disponible de los refrigeradores de ciclo cerrado en el mercado también siga aumentando, dado que se requieren menos refrigeradores en cada unidad de licuefacción de la planta.

Descripción de los esquemas o bocetos de diseño

Para complementar esta descripción y ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo de la configuración preferida de la misma, se incluye en el presente documento un conjunto de dibujos como parte integrante de dicha descripción, como modo de ilustrar de una manera no exhaustiva los siguientes detalles del sistema objeto de esta invención

Figura 1.- Muestra un esquema del sistema y sus elementos, así como sus interrelaciones.

Realización preferida de la invención

En vista de la figura 1, se describe a continuación una realización preferida de la planta (1) de recuperación de helio objeto de esta invención.

Tal como se muestra en la figura 1, la planta (1) de recuperación de helio consta de cinco módulos: recuperación (2), almacenamiento (3) a presión, purificación (4), licuefacción (5) y distribución (6).

En el módulo (2) de recuperación el gas se recupera de una serie de equipos (7) científicos o médicos mediante el módulo (2) de recuperación que garantiza las condiciones de presión máxima y mínima de los equipos (7), haciendo que dichos equipos (7) sean independientes del resto de módulos (3, 4, 5, 6) y garantizando una recuperación sin pérdidas. El módulo (2) de recuperación comprende sensores electrónicos de presión y válvulas de seguridad y corte para evacuar el gas helio en exceso en el caso de que se produzca una evaporación excesiva e imprevista en los equipos (7).

El gas helio de los equipos (7), una vez recuperado mediante el módulo (2) de recuperación, pasa al módulo (3) de almacenamiento, donde se recoge en un globo o depósito (9) de almacenamiento a presión atmosférica y con volumen especialmente adecuado para los requisitos de la planta (1).

El depósito (9) (u otro dispositivo de recuperación) está dotado de sensores de llenado o vaciado y medidas de seguridad para garantizar su correcto llenado [“carga correcta”] y evitar cualquier daño en la planta (1), así como para permitir su gestión mediante un software (1) de control de la planta.

Entonces el gas helio se hace pasar a través de unos filtros (10) y compresores (11) sin purgas, para prevenir la contaminación del gas helio recuperado. Entonces se hace pasar de nuevo a través de los filtros (10) para almacenarse a la presión de la salida (11) del compresor, que es mayor de 2 bar, en un almacenamiento (12) de gas con un volumen determinado por los requisitos de la planta.

El globo o depósito (9) de almacenamiento, el compresor (11) sin aceite, el filtro (10) y el almacenamiento (12) de gas a la presión (11) de salida del compresor forman juntos la línea de recuperación del módulo (3) de almacenamiento. Según las dimensiones de la planta (1) de recuperación, determinadas ellas mismas por los litros de gas evaporado, pueden ser necesarias L líneas de recuperación.

La distribución del gas procedente de las L líneas de recuperación se regula mediante un módulo (6) de gestión, que incluye un sistema de válvulas y está controlado por el software (1) de control de la planta de recuperación.

Previamente a la licuefacción del gas helio almacenado a presiones por debajo de 2 bar, es necesario eliminar todas las impurezas que puedan permanecer a través de purificadores (13). El purificador (13) puede estar basado en tecnologías de refrigerador de ciclo cerrado de una o más etapas, con una temperatura base de <30 K. El gas helio circula a través de cada etapa a la presión de suministro de los licuefactores (14), que condensa sus posibles impurezas. Según el tamaño de la planta (1) de licuefacción, se requerirán P purificadores (13).

El gas helio con un bajo nivel de impurezas procedente de uno de los P purificadores (13) se distribuye a través de un módulo (6) de gestión para someterse posteriormente a licuefacción a través de los licuefactores (14), que disponen de tanto refrigeradores como compresores. El volumen del Dewar (14) de los licuefactores donde se licúa el gas helio se adapta a los requisitos de la planta (1), así como el número de licuefactores (14), que pueden ser N licuefactores (14) con M refrigeradores para cada uno. La tasa de licuefacción máxima expresada en l/h será de ese modo $(T_l)_{max}=N\cdot M\cdot T_l$, siendo T_l la tasa de licuefacción del licuefactor.

Con tres licuefactores (14) se consigue el tamaño M, cada uno con tres refrigeradores de doble fase, con un rendimiento de 1,5 W en la segunda etapa, y con la ventaja de que la planta (1) puede licuar a cualquier tasa por debajo del máximo hasta $T_l = 0$ (en modo en espera o en espera), y a un rendimiento que se ajusta según la tasa del gas helio recuperado. Esta es una característica clave en la eliminación de todas las pérdidas.

La capacidad de modificar la tasa de licuefacción permite adaptarla a la tasa recuperación y de ese modo al consumo de los equipos (7) del helio licuado. Esto minimiza el tiempo de almacenamiento del helio licuado, así como el volumen

de gas helio almacenado previamente a su licuefacción.

La planta (1) puede funcionar en el modo en espera en el que no hay suministro de gas helio externo al frasco térmico o Dewar del licuefactor (14), lo que corresponde a una tasa de licuefacción de 0 l/h y un 0% de pérdida y manteniendo por tanto stock de helio líquido para su uso inmediato. Su función es volver a condensar la pérdida térmica de helio evaporado en el Dewar (14) del licuefactor, manteniendo su presión entre dos valores fijados, P_{min} y P_{max}. Una vez que el Dewar (14) del licuefactor está lleno de helio líquido, el software de control detiene automáticamente el flujo de entrada de helio al Dewar (14) del licuefactor, mientras que un compresor del refrigerador del licuefactor sigue funcionando, por lo que se licua parte del vapor que en equilibrio con el helio líquido dentro del Dewar (14) del licuefactor al tiempo que su presión disminuye. Cuando la presión ha disminuido hasta el valor P_{min}, el software de control detiene el compresor del refrigerador, y detiene el proceso de condensación del vapor. Inmediatamente después, el helio líquido comienza a evaporarse debido a las pérdidas térmicas registradas en el Dewar (14) del licuefactor, provocando que la presión aumente gradualmente. Cuando la presión en el Dewar (14) del licuefactor alcanza el valor P_{max}, el software de control pone en funcionamiento el compresor del refrigerador y por tanto se reinicia la condensación de vapor en el interior del Dewar (14) del licuefactor, disminuyendo de nuevo la presión hasta el valor de P_{min} y repitiendo el proceso anterior, hasta que se toma la decisión de salir del modo en espera y se procede a extraer el helio líquido del Dewar (14) del licuefactor y distribuirlo a los equipos (7).

La electrónica y el software de control totalmente automatizado controlan la planta (1) de recuperación, de forma que solo se requiere la presencia de un operario para la transferencia de helio líquido y para operaciones de mantenimiento recomendadas por el fabricante del refrigerador (14) del licuefactor.

REIVINDICACIONES

1. Planta (1) de recuperación de helio para recuperar helio de y redistribuir helio a equipos (7) que usan helio, estando la planta de recuperación adaptada para formar un sistema cerrado junto con los equipos que usan helio y que comprende:

- un módulo (2) de recuperación que puede conectarse a los equipos (7) que usan helio, estando adaptado dicho módulo de recuperación para recoger gas helio de tales equipos (7),

- un módulo (3) de almacenamiento a presión conectado a dicho módulo (2) de recuperación, estando adaptado dicho módulo (3) de almacenamiento para filtrar y almacenar el helio del módulo (2) de recuperación,

- un módulo (4) de purificación conectado al módulo (3) de almacenamiento, y adaptado para eliminar todas las impurezas del helio que llega a través de un módulo (6) de gestión de gas desde el módulo (3) de almacenamiento antes de que el helio alcance el módulo (5) de licuefacción, en el que el módulo (4) de purificación comprende al menos un purificador (13), estando integrado el purificador (13) con refrigeradores de ciclo cerrado de una o más etapas

- un módulo (5) de licuefacción que comprende varios licuefactores (14) que está adaptado para licuar helio en fase gaseosa que llega desde el módulo (4) de purificación y generar helio líquido a través de los licuefactores (14) a una velocidad de licuefacción, y en el que los licuefactores (14) comprenden un recipiente similar a un Dewar y al menos un compresor y un refrigerador de ciclo cerrado de una o más etapas dispuesto en el Dewar, de modo que el refrigerador licúa helio líquido dentro de dicho Dewar, y medios para la regulación de la presión de vapor que se encuentran en el Dewar en equilibrio térmico con el líquido, estando configurados los medios de regulación para alcanzar una eficacia máxima del proceso de licuefacción adaptando la tasa de licuefacción a la tasa de recuperación de gas mediante un control electrónico de la presión de vapor, pudiendo conectarse dicho módulo de licuefacción a los equipos que usan helio y estando adaptados para redistribuir helio líquido a dicho equipo

- un conjunto de módulos (6) de gestión de distribución objetivo que integran analizadores (15) de gas y medios (16) de distribución, ubicados respectivamente entre el módulo (5) de licuefacción y los purificadores (13) y entre el módulo (3) de almacenamiento y los purificadores (13), y adaptados para gestionar la distribución de helio que, respectivamente, fluye desde los purificadores (13) y los licuefactores (14),

- varios módulos (6) de gestión y distribución de gas respectivamente, adaptados para suministrar helio al módulo (4) de purificación y al módulo (5) de licuefacción usando un sistema de válvulas y sensores, y

- un tanque de gas (17) helio, que está ubicado en paralelo al módulo de almacenamiento, adaptado para almacenar gas helio de alta pureza y proporcionar tal gas puro a los módulos (6) de gestión de distribución.

2. Planta (1) según la reivindicación 1, caracterizada porque el módulo (3) de almacenamiento comprende:

algunos filtros (10) conectados tras algunos tanques (9), que almacenan el helio recuperado mediante el módulo (2) de recuperación, responsables de filtrar el contenido de tales tanques (9), y

- algunos compresores (11) ubicados tras los filtros (10) responsables de llevar el helio filtrado al almacenamiento (12) de gas.

3. Planta (1) según la reivindicación 2, caracterizada porque el tanque (9) del módulo (3) de almacenamiento es un globo.

4. Planta (1) según la reivindicación 3, caracterizada porque el tanque (9) del módulo (3) de almacenamiento es un recipiente.

5. Planta (1) según la reivindicación 4, caracterizada porque el recipiente es metálico.

6. Planta (1) según la reivindicación 1, caracterizada porque los licuefactores (14) comprenden adicionalmente:

- un regulador electrónico de presión para el gas entrante dirigido al Dewar,

- un medidor másico para el gas entrante al Dewar

- un totalizador de volumen de gas,

- un sensor de presión en el recipiente,

- un termómetro en cada etapa del refrigerador de ciclo cerrado,

- un sensor controlado mediante un controlador de nivel de gas-líquido,

- válvulas de seguridad para el recipiente,

- medios de eliminación de oscilaciones de Taconis, y

- una válvula de transferencia de gas licuado.

7. Planta (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizada porque los módulos (2, 3, 4, 5, 6) se gestionan a través de un software de control.

8. Planta (1) según la reivindicación 7, caracterizada adicionalmente porque el software de control está adaptado para gestionar los módulos (2, 3, 4, 5, 6) de modo que no realicen operación alguna, manteniendo el helio líquido dentro de los diversos Dewar y configurando la planta (1) en un modo en espera.

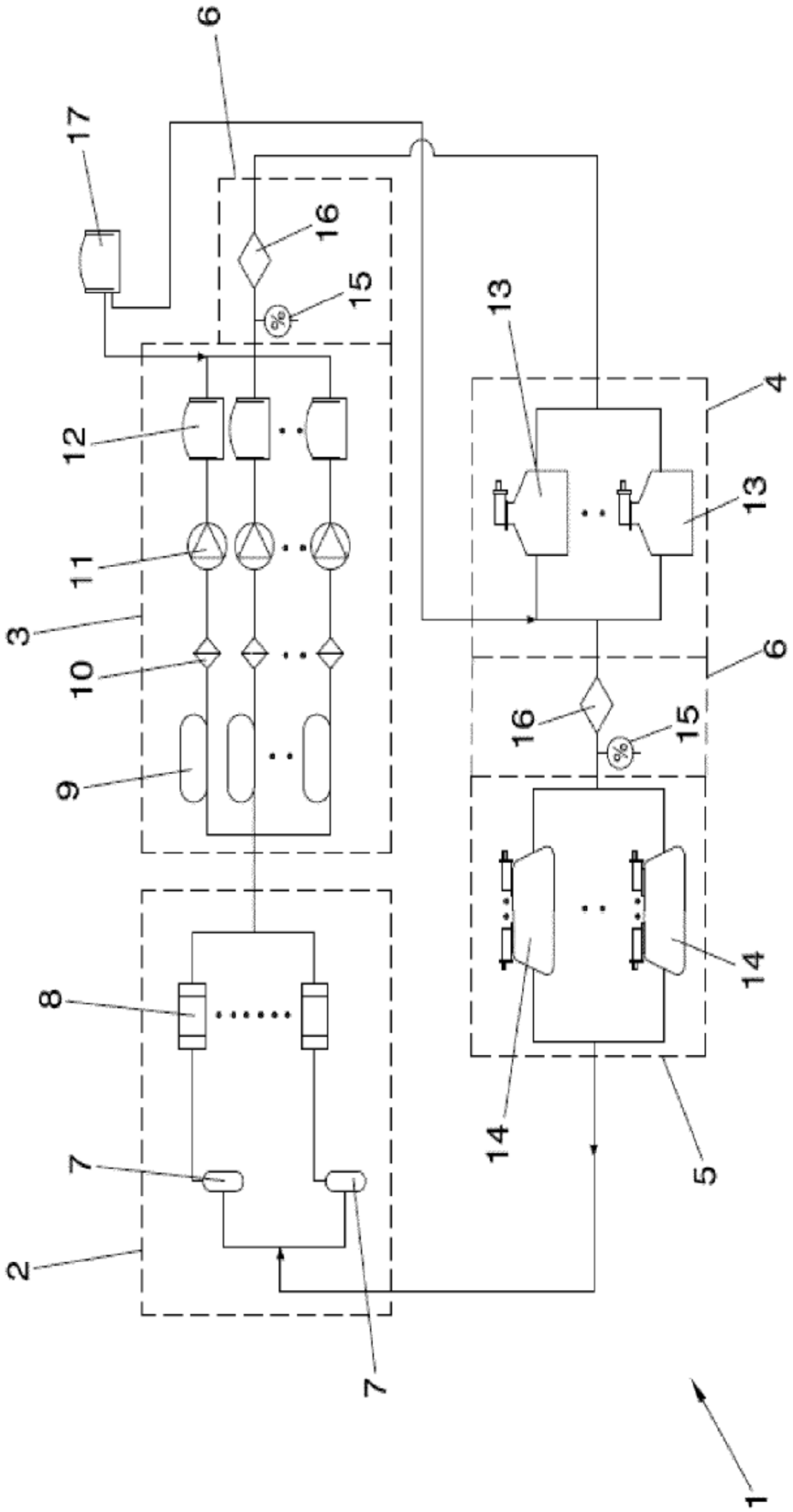

FIG. 1