

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11) Número de publicación: **2 699 184**

51) Int. Cl.:

<b>F25J 3/00</b>	(2006.01)
<b>F28F 27/00</b>	(2006.01)
<b>F28F 9/22</b>	(2006.01)
<b>F25J 5/00</b>	(2006.01)
<b>B23P 15/26</b>	(2006.01)
<b>F25J 1/02</b>	(2006.01)
<b>F28D 9/00</b>	(2006.01)
<b>F28D 21/00</b>	(2006.01)
<b>F25J 1/00</b>	(2006.01)
<b>F28D 1/02</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.05.2015 PCT/US2015/028723**
- 87) Fecha y número de publicación internacional: **05.11.2015 WO15168509**
- 96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.05.2015 E 15785429 (0)**
- 97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 3137828**

54) Título: **Drenajes de líquido en intercambiador de calor de núcleos en carcasa**

30) Prioridad:

**01.05.2014 US 201461987164 P**

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

**07.02.2019**

73) Titular/es:

**CONOCOPHILLIPS COMPANY (100.0%)  
600 North Dairy Ashford  
Houston, TX 77079, US**

72) Inventor/es:

**DAVIES, PAUL y  
PHADKE, AMAL C.**

74) Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 699 184 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

Drenajes de líquido en intercambiador de calor de núcleos en carcasa

**Campo de la invención**

5 Esta invención se refiere a una disposición de drenajes en un intercambiador de calor de núcleos en carcasa que incluye deflectores que separan los núcleos. El drenaje de refrigerante desde una carcasa de intercambiador de calor se abordaba previamente proporcionando un único drenaje para que fluyera líquido a un depurador o a un sistema de antorcha, por ejemplo. No obstante, cuando los núcleos del intercambiador de calor están separados por deflectores, la disposición de drenaje único puede tener un efecto negativo sobre el rendimiento del funcionamiento del intercambiador de calor.

**10 Antecedentes de la invención**

La licuación criogénica se utiliza comúnmente para transformar gas natural a una forma más conveniente para transporte y/o almacenaje. Debido a que licuar gas natural reduce enormemente su volumen específico, grandes cantidades de gas natural pueden transportarse y/o almacenarse de forma económica en forma licuada.

15 Transportar gas natural en su forma licuada puede enlazar de forma efectiva una fuente de gas natural con un mercado lejano cuando la fuente y el mercado no están conectados por un gasoducto. Esta situación se origina comúnmente cuando la fuente de gas natural y el mercado para el gas natural están separados por grandes masas de agua. En tales casos, el gas natural licuado (GNL) puede transportarse desde la fuente hasta el mercado utilizando buques cisterna de GNL oceánicos especialmente diseñados.

20 Almacenar gas natural en su forma licuada puede ayudar a equilibrar las fluctuaciones periódicas en la oferta y la demanda de gas natural. En particular, el GNL puede "acumularse" para utilizarse cuando la demanda de gas natural es baja y/o la oferta es alta. Como resultado, futuros picos de demanda pueden satisfacerse con GNL procedente del almacenaje, el cual puede ser evaporado conforme lo requiera la demanda.

25 Existen varios métodos para licuar gas natural. Algunos métodos producen un producto de GNL presurizado (GNLP) que es útil, pero requiere recipientes caros a prueba de presión para almacenaje y transporte. Otros métodos producen un producto de GNL que tiene una presión igual o cercana a la presión atmosférica. En general, estos métodos de producción de GNL no presurizado implican enfriar una corriente de gas natural a través de intercambio de calor indirecto con uno o más refrigerantes y luego expandir la corriente de gas natural enfriado a presión cercana a la atmosférica. Además, la mayoría de las instalaciones de GNL emplean uno o más sistemas para retirar contaminantes (por ejemplo, agua, mercurio y componentes de mercurio, gases ácidos y nitrógeno, así como una porción de etano y componentes más pesados) de la corriente de gas natural en puntos diferentes durante el proceso de licuación.

30 En general, las instalaciones de GNL están diseñadas y funcionan para proporcionar GNL a un único mercado en una región concreta del mundo. Debido a que las especificaciones para las características finales del producto de gas natural, tales como, por ejemplo, poder calorífico superior (PCS), índice de Wobbe, contenido de metano, contenido de etano, contenido de C<sub>3</sub>+ y contenido de sustancias inertes, varían ampliamente a través del mundo, las instalaciones de GNL están habitualmente optimizadas para satisfacer un cierto conjunto de especificaciones para un único mercado. En gran parte, conseguir las exigentes especificaciones de producto final implica retirar de forma efectiva ciertos componentes de la corriente de alimentación de gas natural.

35 Uno o más intercambiadores de calor implicados en el proceso de licuación pueden estar configurados como intercambiadores de calor de núcleos en carcasa, que incluyen uno o más núcleos. Además, cuando el procesamiento de GNL se realiza en el mar, se utilizan deflectores entre los núcleos del intercambiador de calor para abordar el desplazamiento oscilatorio del líquido del lado de la carcasa (refrigerante). Debido a que los deflectores causan un gradiente de presión o caída horizontal de presión en toda la carcasa, la configuración de drenaje único da lugar a niveles de refrigerante desiguales en partes diferentes (relacionadas con núcleos diferentes) del intercambiador de calor. Niveles desiguales de refrigerante pueden causar varios problemas. En un núcleo en el cual el nivel de líquido del lado de la carcasa es demasiado alto (por ejemplo, porque el núcleo es el más alejado del drenaje), el intercambio de calor eficaz, en la forma de ebullición del refrigerante, puede ser eliminado. En un núcleo en el cual el nivel de líquido del lado de la carcasa es demasiado bajo, el núcleo puede no estar en contacto con el refrigerante y, como resultado, el intercambio de calor puede no ocurrir en absoluto. La discusión de la Figura 2, más adelante, ilustra algunos de los problemas que resultan de la configuración de drenaje anterior.

40 La Figura 2 es un diagrama de bloques de un intercambiador de calor 200 de núcleos en carcasa de acuerdo a la técnica anterior. La Figura 2 ilustra el planteamiento anterior para drenar la carcasa. Se asume que el intercambiador de calor 200 está en un entorno marino, por ejemplo, donde se utilizan deflectores 1 para reducir el desplazamiento oscilatorio del fluido del lado de la carcasa (refrigerante). El intercambiador de calor

200 incluye tres núcleos 2 con deflectores 1 a cada lado de cada núcleo 2. Una placa de contención 3 se utiliza para separar los núcleos del drenaje, el cual incluye un dispositivo 4 para destruir el remolino que minimiza el flujo de vapor atrapado en el interior de la tubería 5 de drenaje de salida. Los deflectores 1 están diseñados para crear resistencia al flujo adicional dentro del intercambiador de calor 200 y amortiguan los efectos del movimiento para impedir la acumulación de la acción de las olas en el intercambiador de calor 200, porque la acción de las olas podría causar que el líquido desbordase por encima del extremo superior de un núcleo 2 o niveles de líquido bajos en un núcleo 2 o que los niveles de líquido cayesen por debajo de un núcleo 2. No obstante, el análisis de Dinámica de Fluidos Computacional (DFC), cálculos de estática y pruebas con modelos a escala han demostrado que la caída de presión entre los deflectores 1 requerida para eliminar de forma satisfactoria el movimiento del líquido da lugar a acumulación excesiva de líquido y a inundación en el núcleo 2 ubicado más lejos de la placa de contención 3. Además, el núcleo 2 ubicado más cerca de la placa de contención 3 experimenta niveles de líquido bajos. Debido a la resistencia al flujo de líquido causada por los deflectores 1, el nivel de líquido en la sección de descarga experimenta un nivel de líquido lo bastante bajo como para que haya un potencial alto de consumo de gas en el drenaje de líquido. Este consumo de gas es una limitación operativa seria y restringirá gravemente la capacidad y el funcionamiento del equipo de proceso aguas abajo. Esto es, las variaciones en el nivel de líquido que resultan de los deflectores 1 pueden tener un efecto perjudicial en el rendimiento térmico del intercambiador de calor 200 y en la integridad mecánica del intercambiador de calor 200 debido a la tensión por fatiga inducida térmicamente, la cual puede reducir la vida del intercambiador de calor 200 y dar lugar a desperfectos y a un intercambiador de calor 200 con fugas.

El documento WO2013096323 describe un intercambiador de calor del tipo de núcleos en carcasa con una pluralidad de núcleos separados y deflectores ubicados entre cada núcleo.

El documento EP0607006A1 describe un intercambiador de calor del tipo de núcleos en carcasa, el cual incluye una carcasa dividida en tres secciones por paredes divisorias y un núcleo de intercambiador de calor único, el cual se extiende a través de las paredes divisorias. Un drenaje en el fondo de la carcasa permite que el fluido del lado de la carcasa sea drenado para mantener el nivel.

El documento US2012175091 describe un intercambiador de calor del tipo de núcleos en carcasa con una pluralidad de núcleos separados.

### Compendio de la invención

De acuerdo a un aspecto de la invención, se proporciona un método para intercambiar calor en un intercambiador de calor de núcleos en carcasa dispuesto en una plataforma móvil que induce un desplazamiento oscilatorio, comprendiendo el método: introducir un líquido del lado de la carcasa en una carcasa del intercambiador de calor de núcleos en carcasa; introducir un fluido que ha de ser enfriado en cada uno de una pluralidad de núcleos del intercambiador de calor de núcleos en carcasa, estando los núcleos dispuestos a lo largo de una longitud axial de la carcasa con una pluralidad de deflectores, estando al menos un deflector dispuesto a cada lado de cada núcleo a lo largo de la longitud axial de la carcasa para reducir el desplazamiento oscilatorio del líquido del lado de la carcasa: drenar el líquido en exceso del lado de la carcasa utilizando una pluralidad de drenajes, al menos dos de la pluralidad de drenajes posicionados a una altura dentro de la carcasa, y estando dispuestos en lados opuestos de uno de la pluralidad de deflectores, en donde la etapa de drenar el líquido en exceso del lado de la carcasa incluye la pluralidad de drenajes que están dispuestos en un extremo de una tubería (350, 450) de drenaje correspondiente, sobresaliendo cada tubería de drenaje en la carcasa desde un fondo de la carcasa y acoplada a una tubería de drenaje de salida (370, 470) fuera de la carcasa.

De acuerdo a otro aspecto de la invención, un método de fabricar un intercambiador de calor de núcleos en carcasa adecuado para disponer en una plataforma móvil, comprendiendo el método: disponer una pluralidad de núcleos a lo largo de una longitud axial de una carcasa; disponer una pluralidad de deflectores con al menos un deflector a cada lado de cada núcleo a lo largo de la longitud axial de la carcasa; disponer una pluralidad de drenajes en la carcasa, estando al menos dos de la pluralidad de drenajes dispuestos en lados opuestos de uno de la pluralidad de deflectores; en donde la disposición de la pluralidad de drenajes incluye posicionar cada uno de la pluralidad de drenajes a una altura dentro de la carcasa en un extremo de una tubería de drenaje respectiva, sobresaliendo cada tubería de drenaje en la carcasa desde un fondo de la carcasa y acoplada a una salida de drenaje fuera de la carcasa.

De acuerdo a otro aspecto más de la invención, un intercambiador de calor de núcleos en carcasa incluye una carcasa; una pluralidad de núcleos dispuestos a lo largo de una longitud axial de la carcasa; una pluralidad de deflectores, estando al menos un deflector dispuesto a cada lado de cada núcleo a lo largo de la longitud axial de la carcasa; una pluralidad de drenajes, estando al menos dos de la pluralidad de drenajes dispuestos en lados opuestos de uno de la pluralidad de deflectores; una pluralidad de tuberías de drenaje, en donde la pluralidad de drenajes está posicionada a una altura dentro de la carcasa en un extremo de una tubería de drenaje respectiva, sobresaliendo cada tubería de drenaje en la carcasa desde un fondo de la carcasa y acoplada a una salida de drenaje fuera de la carcasa.

**Descripción breve de los dibujos**

La invención, junto con más ventajas de la misma, se puede entender mejor en referencia a la siguiente descripción, considerada en conjunto con las figuras que la acompañan, a modo de ejemplo y no a modo de limitación, en las cuales:

- 5 La Figura 1 es una vista general simplificada de una instalación de GNL del tipo de cascada, configurada de acuerdo a una realización de la presente invención;

La Figura 2 es un diagrama de bloques de un intercambiador de calor de núcleos en carcasa de acuerdo a la técnica anterior;

La Figura 3 ilustra un intercambiador de calor de acuerdo a una realización de la invención;

- 10 La Figura 4 ilustra un intercambiador de calor de acuerdo a un ejemplo que no está de acuerdo a la invención; y.

La Figura 5 es una vista en sección transversal del intercambiador de calor mostrado en la Figura 4, a lo largo de A-A.

**Descripción detallada de la invención**

- 15 Se hará ahora referencia en detalle a realizaciones de la invención, uno o más ejemplos de las cuales están ilustrados en los dibujos anexos. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación de la invención, no como una limitación de la invención. Por ejemplo, características ilustradas o descritas como parte de una realización pueden utilizarse en otra realización para dar lugar todavía a otra realización más. Así, se pretende que la presente invención cubra tales modificaciones y variaciones que caen dentro del ámbito de las reivindicaciones anexas y sus equivalentes.

20 Como se ha indicado antes, la licuación criogénica se utiliza para transformar gas natural a una forma más fácilmente transportable. Como se indicó también, un intercambiador de calor de núcleos en carcasa utilizado en el proceso, cuando se realiza en el mar, por ejemplo, incluye deflectores entre los núcleos para eliminar el desplazamiento oscilatorio del fluido del lado de la carcasa (refrigerante). Cuando se emplea la configuración de drenaje único existente en este tipo de intercambiador de calor de núcleos en carcasa, el resultado pueden ser niveles de líquido del lado de la carcasa desiguales y un intercambio de calor ineficaz con el fluido del lado de los núcleos. Realizaciones del método y del sistema descritas en la presente memoria se refieren a una disposición de drenaje que compensa el nivel del líquido del lado de la carcasa para abordar los problemas indicados anteriormente.

- 25 30 La presente invención puede implementarse en una instalación utilizada para enfriar gas natural a su temperatura de licuación para producir de este modo gas natural licuado (GNL). La instalación de GNL generalmente emplea uno o más refrigerantes (fluidos criogénicos) para extraer calor del gas natural y expulsarlo al entorno. Existen numerosas configuraciones de sistemas de GNL y la presente invención puede realizarse en muchos tipos diferentes de sistemas de GNL.

- 35 En una realización, la presente invención puede implementarse en un sistema de GNL de refrigerante mixto. Ejemplos de procesos de refrigerante mixto pueden incluir, pero no están limitados a, un sistema de refrigeración única que utiliza un refrigerante mixto, un sistema de refrigerante mixto enfriado previamente por propano y un sistema de refrigerante mixto dual.

- 40 En otra realización, la presente invención se implementa en un sistema de GNL de cascada, que emplea un proceso de refrigeración del tipo de cascada que utiliza uno o más componentes refrigerantes predominantemente puros. Los refrigerantes utilizados en procesos de refrigeración del tipo de cascada pueden tener puntos de ebullición sucesivamente más bajos, de modo que facilitan la retirada de calor de la corriente de gas natural que se está licuando. Adicionalmente, los procesos de refrigeración del tipo de cascada pueden incluir algún nivel de integración de calor. Por ejemplo, un proceso de refrigeración del tipo de cascada puede enfriar uno o más refrigerantes que tienen una volatilidad mayor, a través de intercambio de calor indirecto con uno o más refrigerantes que tienen una volatilidad menor. Además de enfriar la corriente de gas natural a través de intercambio de calor indirecto con uno o más refrigerantes, los sistemas de GNL de cascada y refrigerante mixto pueden emplear una o más etapas de enfriamiento por expansión para enfriar simultáneamente el GNL mientras se reduce su presión.

- 45 50 En referencia ahora a la Figura 1, se ilustra una realización de una instalación de GNL del tipo de cascada de acuerdo a una realización de la presente invención. La instalación de GNL representada en la Figura 1 generalmente comprende un ciclo 30 de refrigeración de propano, un ciclo 50 de refrigeración de etileno y un ciclo 70 de refrigeración de metano con una sección de expansión 80. Mientras que "propano", "etileno" y "metano" se utilizan para referirse a un primer, segundo y tercer refrigerantes respectivos, debe entenderse que la realización ilustrada en la Figura 1 y descrita en la presente memoria puede aplicarse a cualquier

combinación de refrigerantes adecuados. Los principales componentes del ciclo 30 de refrigeración de propano incluyen un compresor 31 de propano, un enfriador/condensador 32 de propano, refrigeradores de propano de etapa alta 33A y 33B, un refrigerador 34 de propano de etapa intermedia y un refrigerador 35 de propano de etapa baja. Los principales componentes del ciclo 50 de refrigeración de etileno incluyen un compresor 51 de etileno, un enfriador 52 de etileno, un refrigerador 53 de etileno de etapa alta, un refrigerador/condensador 55 de etileno de etapa baja y un economizador 56 de etileno. Los principales componentes del ciclo 70 de refrigeración de metano incluyen un compresor 71 de metano, un enfriador 72 de metano y un economizador 73 de metano. Los principales componentes de la sección de expansión 80 incluyen una válvula de expansión y/o expansor de metano de etapa alta 81, un tambor 82 de evaporación de metano de etapa alta, una válvula de expansión y/o expansor 83 de metano de etapa intermedia, un tambor 84 de evaporación de metano de etapa intermedia, una válvula de expansión y/o expansor 85 de metano de etapa baja y un tambor 86 de evaporación de metano de etapa baja.

El funcionamiento de la instalación de GNL ilustrada en la Figura 1 se describirá ahora en más detalle, comenzando por el ciclo 30 de refrigeración de propano. El propano es comprimido en el compresor 31 de propano de múltiples etapas (por ejemplo, tres etapas), accionado por, por ejemplo, un motor de turbina de gas (no ilustrado). Las etapas de compresión pueden existir en una única unidad o en dos o más unidades separadas, mecánicamente acopladas a un único motor. Tras la compresión, se pasa el propano a través del conducto 300 al enfriador 32 de propano, en donde es enfriado y licuado a través de intercambio de calor indirecto con un fluido externo (por ejemplo, aire o agua). La corriente del enfriador 32 de propano puede luego pasarse a través del conducto 302 a un medio de reducción de presión, ilustrado como válvula de expansión 36A, en donde la presión del propano licuado es reducida, evaporando o evaporando instantáneamente de este modo una porción del mismo. La corriente en dos fases resultante fluye luego a través del conducto 304a al refrigerador 33a de propano de etapa alta. El refrigerador 33a de propano de etapa alta utiliza el propano refrigerante evaporado instantáneamente para enfriar la corriente de gas natural entrante en el conducto 110.

La corriente de gas natural enfriado del refrigerador 33a de propano de etapa alta fluye a través del conducto 114 a un recipiente de separación, en donde agua y, en algunos casos, propano y componentes más pesados, son retirados, habitualmente seguido por un sistema de tratamiento 40, en casos donde no se ha completado ya en el procesamiento aguas arriba, en donde humedad, mercurio y compuestos de mercurio, partículas en suspensión y otros contaminantes son retirados para crear una corriente tratada. La corriente sale del sistema de tratamiento 40 a través del conducto 116. A partir de ahí, una porción de la corriente en el conducto 116 puede ser encaminada a través del conducto A a una zona de retirada de productos pesados. La porción restante de la corriente en el conducto 116 se combina con una corriente en el conducto G que sale de la zona de retirada de productos pesados ilustrada. La corriente combinada puede luego entrar al refrigerador 34 de propano de etapa intermedia, en donde la corriente es enfriada en un medio de intercambio de calor indirecto 41 a través de intercambio de calor indirecto con una corriente de propano refrigerante. La corriente enfriada resultante en el conducto 118 puede luego ser recombinada con una corriente en el conducto B que sale de la zona de retirada de productos pesados y la corriente combinada puede luego ser dirigida al refrigerador 35 de propano de etapa baja, en donde la corriente se puede enfriar más a través de un medio 42 de intercambio de calor indirecto. La corriente enfriada resultante puede luego salir del refrigerador 35 de propano de etapa baja a través del conducto 120. Posteriormente, la corriente enfriada en el conducto 120 puede ser dirigida al refrigerador 53 de etileno de etapa alta.

La corriente combinada de propano refrigerante vaporizado que sale de los refrigeradores 33 y 33A de propano de etapa alta es devuelta al puerto de entrada de etapa alta del compresor 31 de propano a través del conducto 306. El propano refrigerante líquido en el refrigerador 33A de propano de etapa alta proporciona carga calorífica para la corriente de gas natural 110. La corriente de refrigerante en dos fases puede entrar al refrigerador 34 de propano de etapa intermedia a través del conducto 310, proporcionando de este modo refrigerante para la corriente de gas natural (en el conducto 116) y a las corrientes que entran al refrigerador 34 de propano de etapa intermedia a través de los conductos 204 y 310. La porción vaporizada del propano refrigerante sale del refrigerador 34 de propano de etapa intermedia a través del conducto 312 y puede luego entrar al puerto de entrada de etapa intermedia del compresor 31 de propano. La porción licuada del propano refrigerante sale del refrigerador 34 de propano de etapa intermedia a través del conducto 314 y se pasa a través de un medio de reducción de presión, ilustrado aquí como válvula de expansión 44, tras lo cual la presión del propano refrigerante licuado se reduce para, de este modo, evaporar instantáneamente o vaporizar una porción del mismo. La corriente refrigerante de vapor-líquido resultante puede luego ser dirigida al refrigerador 35 de propano de etapa baja a través del conducto 316 y donde la corriente refrigerante puede enfriar la corriente rica en metano y una corriente de etileno refrigerante que entra al refrigerador 35 de propano de etapa baja a través de los conductos 118 y 206, respectivamente. La corriente de propano refrigerante vaporizado sale luego del refrigerador 35 de propano de etapa baja y es dirigida al puerto de entrada de etapa baja del compresor 31 de propano a través del conducto 318, en donde es comprimida y reciclada como se ha descrito anteriormente.

Como se muestra en la Figura 1, una corriente de etileno refrigerante en el conducto 202 entra al refrigerador 33b de propano de etapa alta, en donde la corriente de etileno es enfriada a través de un medio de intercambio de calor indirecto 39. La corriente de etileno enfriada resultante puede luego ser encaminada en el conducto

204 del refrigerador 33b de propano de etapa alta al refrigerador 34 de propano de etapa intermedia. Tras entrar al refrigerador 34 de propano de etapa intermedia, la corriente de etileno refrigerante puede ser enfriada más a través de un medio 45 de intercambio de calor indirecto en el refrigerador 34 de propano de etapa intermedia. La corriente de etileno enfriado resultante puede luego salir del refrigerador 34 de propano de etapa intermedia y puede ser encaminada a través del conducto 206 para entrar al refrigerador 35 de propano de etapa baja. En el refrigerador 35 de propano de etapa baja la corriente de etileno refrigerante puede ser al menos parcialmente condensada, o condensada en su totalidad, a través de un medio 46 de intercambio de calor indirecto. La corriente resultante sale del refrigerador 35 de propano de etapa baja a través del conducto 208 y puede posteriormente ser dirigida a un recipiente de separación 47, en donde una porción de vapor de la corriente, si la hay, puede ser retirada a través del conducto 210, mientras que una porción líquida de la corriente de etileno refrigerante puede salir del separador 47 a través del conducto 212. La porción líquida de la corriente de etileno refrigerante que sale del separador 47 puede tener una temperatura y una presión representativas de aproximadamente -24°F (aproximadamente -31°C) y aproximadamente 285 psia (aproximadamente 1965 kPa).

Atendiendo ahora al ciclo 50 de refrigeración de etileno en la Figura 1, la corriente de etileno refrigerante licuado en el conducto 212 puede entrar al economizador 56 de etileno, en donde la corriente puede ser enfriada más por un medio 57 de intercambio de calor indirecto. La corriente de etileno líquido enfriado resultante en el conducto 214 puede luego ser dirigida a través de un medio de reducción de presión, ilustrado aquí como válvula de expansión 58, tras lo cual la presión de la corriente de etileno predominantemente líquido enfriado es reducida para, de este modo, evaporar instantáneamente o vaporizar una porción de la misma. La corriente en dos fases enfriada en el conducto 215 puede luego entrar al refrigerador 53 de etileno de etapa alta. En el refrigerador 53 de etileno de etapa alta al menos una porción de la corriente de etileno refrigerante puede vaporizarse para enfriar más la corriente en el conducto 121, que entra a un medio 59 de intercambio de calor indirecto. El etileno refrigerante vaporizado y el restante, licuado, salen del refrigerador 53 de etileno de etapa alta a través de los conductos respectivos 216 y 220. El etileno refrigerante vaporizado en el conducto 216 puede volver a entrar al economizador 56 de etileno, en donde la corriente puede ser calentada a través de un medio 60 de intercambio de calor indirecto antes de entrar al puerto de entrada de etapa alta del compresor 51 de etileno a través del conducto 218, como se muestra en la Figura 1.

La corriente enfriada en el conducto 120 que sale del refrigerador 35 de propano de etapa baja puede a partir de ahí ser separada en dos porciones, como se muestra en la Figura 1. Al menos una porción de la corriente de gas natural puede ser dirigida a través del conducto E. Mientras, la porción restante de la corriente de gas natural enfriado en el conducto 121 puede ser encaminada al refrigerador 53 de etileno de etapa alta y luego puede ser enfriada en un medio 59 de intercambio de calor indirecto del refrigerador 53 de etileno de etapa alta.

El restante etileno refrigerante licuado que sale del refrigerador 53 de etileno de etapa alta en el conducto 220 puede volver a entrar al economizador 56 de etileno para ser subenfriado más por un medio 61 de intercambio de calor indirecto en el economizador 56 de etileno. La corriente de refrigerante subenfriado resultante sale del economizador 56 de etileno a través del conducto 222 y puede posteriormente ser dirigida a un medio de reducción de presión, ilustrado aquí como válvula de expansión 62, tras lo cual la presión de la corriente de refrigerante es reducida para, de este modo, vaporizar o evaporar instantáneamente una porción de la misma. La corriente en dos fases enfriada resultante en el conducto 224 entra al refrigerador/condensador 55 de etileno de etapa baja.

Como se muestra en la Figura 1, una porción de la corriente de gas natural enfriado que sale del refrigerador 53 de etileno de etapa alta puede ser encaminada a través del conducto C a la zona de retirada de productos pesados, mientras que otra porción de la corriente de gas natural enfriado que sale del refrigerador 53 de etileno de etapa alta puede ser dirigida a través del conducto 122 para entrar a un medio 63 de intercambio de calor indirecto del refrigerador/condensador 55 de etileno de etapa baja. La porción restante de la corriente de gas natural enfriada en el conducto 122 puede luego ser combinada con la corriente de vapor de la primera columna que sale de la zona de retirada de productos pesados en el conducto D y/o puede ser combinada con una corriente que sale del ciclo 70 de refrigeración de metano en el conducto 168, para que la corriente compuesta resultante entre luego a un medio 63 de intercambio de calor indirecto en el refrigerador/condensador 55 de etileno de etapa baja, como se muestra en la Figura 1.

En el refrigerador/condensador 55 de etileno de etapa baja, la corriente enfriada (la cual puede comprender la corriente en el conducto 122 opcionalmente combinada con corrientes en los conductos D y 168) puede ser al menos parcialmente condensada a través de intercambio de calor indirecto con el etileno refrigerante que entra al refrigerador/condensador 55 de etileno de etapa baja a través del conducto 224. El etileno refrigerante vaporizado sale del refrigerador/condensador 55 de etileno de etapa baja a través del conducto 226 y puede luego entrar al economizador 56 de etileno. En el economizador 56 de etileno la corriente de etileno refrigerante vaporizado puede ser calentada a través de un medio 64 de intercambio de calor indirecto antes de ser alimentada al puerto de entrada de etapa baja del compresor 51 de etileno a través del conducto 230. Como se muestra en la Figura 1, una corriente de etileno refrigerante comprimido sale del compresor 51 de etileno a través del conducto 236 y puede ser posteriormente dirigida al enfriador 52 de etileno, en donde la

corriente de etileno comprimido puede ser enfriada a través de intercambio de calor indirecto con un fluido externo (por ejemplo, agua o aire). La corriente de etileno enfriado resultante puede luego ser introducida a través del conducto 202 en un refrigerador 33B de propano de etapa alta para enfriamiento adicional como se ha descrito anteriormente.

5 La corriente de gas natural enfriado que sale del refrigerador/condensador 55 de etileno de etapa baja en el conducto 124 puede denominarse también como la “corriente portadora de GNL presurizado”. Como se muestra en la Figura 1, la corriente portadora de GNL presurizado sale del refrigerador/condensador 55 de etileno de etapa baja a través del conducto 124 antes de entrar al economizador 73 de metano principal. En el economizador 73 de metano principal la corriente rica en metano en el conducto 124 puede ser enfriada en un medio 75 de intercambio de calor indirecto a través de intercambio de calor indirecto con una o más corrientes de metano refrigerante. La corriente portadora de GNL presurizado enfriada sale del economizador 73 de metano principal a través del conducto 134 y puede luego ser encaminada a la sección de expansión 80 del ciclo 70 de refrigeración de metano. En la sección de expansión 80 la corriente portadora de GNL presurizado pasa primero a través de la válvula de expansión 81 de metano de etapa alta y/o expansor, tras lo cual la presión de esta corriente es reducida para, de este modo, vaporizar o evaporar instantáneamente una porción de la misma. La corriente rica en metano en dos fases resultante en el conducto 136 puede luego entrar al tambor 82 de evaporación de metano de etapa alta, tras lo cual las porciones de vapor y líquida de la corriente de presión reducida pueden ser separadas. La porción de vapor de la corriente de presión reducida (también denominada el gas de evaporación instantánea de etapa alta) sale del tambor 82 de evaporación de metano de etapa alta a través del conducto 138 para luego entrar al economizador 73 de metano principal, en donde al menos una porción del gas de evaporación instantánea de etapa alta puede ser calentada a través de un medio 76 de intercambio de calor indirecto del economizador 73 de metano principal. La corriente de vapor calentado resultante sale del economizador 73 de metano principal a través del conducto 138 y puede luego ser encaminada al puerto de entrada de etapa alta del compresor 71 de metano, como se muestra en la Figura 1.

La porción líquida de la corriente de presión reducida sale del tambor 82 de evaporación de metano de etapa alta a través del conducto 142 para luego volver a entrar al economizador 73 de metano principal, en donde la corriente líquida puede ser enfriada a través de un medio 74 de intercambio de calor indirecto del economizador 73 de metano principal. La corriente enfriada resultante sale del economizador 73 de metano principal a través del conducto 144 y puede luego ser dirigida a una segunda etapa de expansión, ilustrada aquí como válvula de expansión 83 de etapa intermedia, pero que podría incluir un expansor. La válvula de expansión 83 de etapa intermedia reduce más la presión de la corriente de metano enfriado, lo cual reduce la temperatura de la corriente mediante la vaporización o evaporación instantánea de una porción de la misma. La corriente rica en metano en dos fases resultante en el conducto 146 puede luego entrar al tambor 84 de evaporación de metano de etapa intermedia, en donde las porciones líquida y de vapor de esta corriente pueden ser separadas y pueden salir del tambor 84 de evaporación de etapa intermedia a través de conductos respectivos 148 y 150. La porción de vapor (también denominada el gas de evaporación instantánea de etapa intermedia) en el conducto 150 puede volver a entrar al economizador 73 de metano, en donde la porción de vapor puede ser calentada a través de un medio 77 de intercambio de calor indirecto del economizador 73 de metano principal. La corriente calentada resultante puede luego ser dirigida a través del conducto 154 al puerto de entrada de etapa intermedia del compresor 71 de metano, como se muestra en la Figura 1.

La corriente líquida que sale del tambor 84 de evaporación de metano de etapa intermedia a través del conducto 148 puede luego pasar a través de una válvula de expansión 85 de etapa baja y/o expansor, tras lo cual la presión de la corriente rica en metano licuada puede ser reducida más para, de este modo, vaporizar o evaporar instantáneamente una porción de la misma. La corriente en dos fases enfriada resultante en el conducto 156 puede luego entrar al tambor 86 de evaporación de metano de etapa baja, en donde las fases de vapor y líquida pueden ser separadas. La corriente líquida que sale del tambor 86 de evaporación de metano de etapa baja a través del conducto 158 puede comprender el producto de gas natural licuado (GNL). El producto de GNL, el cual está aproximadamente a presión atmosférica, puede ser encaminado a través del conducto 158 aguas abajo para su posterior almacenamiento, transporte y/o utilización.

La corriente de vapor que sale del tambor de evaporación de metano de etapa baja (también denominado el gas metano de evaporación instantánea de etapa baja) en el conducto 160 puede ser dirigida al economizador 73 de metano, en donde el gas metano de evaporación instantánea de etapa baja puede ser calentado a través de un medio 78 de intercambio de calor indirecto del economizador 73 de metano principal. La corriente resultante puede salir del economizador 73 de metano a través del conducto 164, a partir de lo cual la corriente puede ser dirigida al puerto de entrada de etapa baja del compresor 71 de metano.

El compresor 71 de metano puede comprender una o más etapas de compresión. En una realización, el compresor 71 de metano comprende tres etapas de compresión en un único módulo. En otra realización, uno o más de los módulos de compresión pueden estar separados, pero pueden estar acoplados mecánicamente a un motor común. Generalmente, pueden proporcionarse uno o más enfriadores intermedios (no mostrados) entre etapas de compresión posteriores.

Como se muestra en la Figura 1, la corriente de metano refrigerante comprimido que sale del compresor 71 de metano puede descargarse en el conducto 166. Una porción de la corriente de metano refrigerante comprimido que sale del compresor 71 a través del conducto 166 puede ser dirigida a través del conducto F a la zona de retirada de productos pesados, mientras que otra porción del metano refrigerante comprimido puede ser dirigida al enfriador 72 de metano, a partir de lo cual la corriente puede ser enfriada a través de intercambio de calor indirecto con un fluido externo (por ejemplo, agua o aire) en el enfriador 72 de metano. La corriente de metano refrigerante enfriado resultante sale del enfriador 72 de metano a través del conducto 112, a partir de lo cual una porción del metano refrigerante puede ser encaminada a través del conducto H a la zona de retirada de productos pesados, mientras que la porción restante de la corriente de metano refrigerante puede ser dirigida a y enfriada más en el ciclo 30 de refrigeración de propano.

Tras ser enfriada en el ciclo 30 de refrigeración de propano a través de un medio 37 intercambiador de calor, la corriente de metano refrigerante puede ser descargada en el conducto 130 y posteriormente dirigida al economizador 73 de metano principal, en donde la corriente puede ser enfriada más a través de un medio 79 de intercambio de calor indirecto. La corriente subenfriada resultante sale del economizador 73 de metano principal a través del conducto 168 y puede luego ser combinada con la corriente en el conducto 122 que sale del refrigerador 53 de etileno de etapa alta y/o con la corriente en el conducto D que sale de la zona de retirada de productos pesados, antes de entrar al refrigerador/condensador 55 de etileno de etapa baja, como se ha discutido previamente.

Varios medios de intercambio de calor (por ejemplo, 39, 41, 45, 57) se han mostrado y discutido anteriormente como siendo parte de la instalación de GNL de la Figura 1. Uno o más de los intercambiadores de calor en la instalación de GNL pueden ser intercambiadores de calor de núcleos en carcasa que incluyan deflectores, como se ha discutido anteriormente. Realizaciones de la invención se discuten más adelante en referencia a los intercambiadores de calor 300 (Figura 3) y 400 (Figura 4) ejemplares que pueden ser empleados como uno de los medios de intercambio de calor anteriormente discutidos. Los intercambiadores de calor 300, 400 de acuerdo a las realizaciones de la invención reducen la caída de presión hidráulica debida al flujo transversal mientras mantienen la eliminación de los desplazamientos oscilatorios mediante placas deflectoras (por ejemplo, 1 en la Figura 2), al drenar el líquido del lado de la carcasa en múltiples ubicaciones, como se detalla a continuación.

La Figura 3 ilustra un intercambiador de calor 300 de acuerdo a una realización de la invención. La vista mostrada en la Figura 3 es una vista en corte que expone los componentes internos del intercambiador de calor 300. El intercambiador de calor 300 incluye una carcasa 310 mostrada con dos trampillas 320 de acceso para mantenimiento. Dispuestos en la carcasa 310 hay tres núcleos 330 y seis deflectores 340, uno a cada lado de cada núcleo 330. En una realización alternativa, pueden utilizarse diferentes números de núcleos 330 (uno o más) y deflectores 340. Cada tubería 350 de drenaje sitúa un drenaje 360, el cual puede incluir un dispositivo 365 de destrucción de remolinos para impedir la formación de un remolino que atrape vapor en la corriente líquida, a una altura concreta  $h$  desde el fondo de la carcasa 310. El drenaje 360 está funcionando continuamente, en vez de ser un drenaje de mantenimiento de funcionamiento manual, por ejemplo. Como tal, el drenaje 360 retira fluido a través de la tubería 350 de drenaje a la tubería de drenaje de salida 370 cuando el fluido alcanza el drenaje 360. Al posicionar el drenaje 360 a una altura  $h$ , en vez de en el fondo de la carcasa, se mantiene un nivel concreto de fluido dentro de la carcasa 310 (se mantiene un inventario de refrigerante en la carcasa 310 a la parada del proceso).

La tubería 350 de drenaje puede estar construida en varias secciones y montada dentro de la carcasa 310 de modo que facilite la retirada y la sustitución de secciones con un diámetro o una longitud de tubería diferentes. El diámetro y la longitud de la tubería 350 de drenaje pueden escogerse para tener en cuenta la velocidad interna impuesta a cada drenaje 360 para asegurar que se proporciona espacio adecuado entre el rango operativo normal del nivel de líquido y el extremo superior de la tubería 350 de drenaje (acceso al drenaje 360). De este modo, el consumo de vapor (generado a partir del refrigerante durante el intercambio de calor) en la tubería 350 de drenaje no se produce. El dispositivo 365 de destrucción de remolino que puede emplearse en uno o más drenajes 360 también contribuye a minimizar el consumo de vapor en las salidas de los drenajes 360, además de minimizar la formación de remolinos. La posición de la tubería 350 de drenaje puede también escogerse de modo que la carga dinámica (energía del fluido del lado de la carcasa debida a su movimiento general, expresada como una medida de longitud) creada por el líquido que entra al drenaje 360 se mantiene menor que la distancia entre el drenaje 360 y el punto más bajo del rango operativo de los niveles de líquido incluidos en el margen nominal. Es decir, si la longitud de la tubería 350 de drenaje es demasiado pequeña, tal que el drenaje 360 está posicionado demasiado abajo en la carcasa 310, el líquido del lado de la carcasa (refrigerante) puede drenarse de la carcasa 310 incluso cuando está (en su punto más bajo) en el rango normal de niveles de líquido aceptables. El número de drenajes 360, su ubicación, y la altura  $h$  de las tuberías 350 de drenaje son todos variables que pueden ser escogidas en base a varios factores. La disposición de acuerdo a la realización mostrada en la Figura 3 facilita ajustar la posición del drenaje 360 ajustando simplemente la longitud de la tubería 350 de drenaje. Así, si las condiciones cambian y esas condiciones afectan al rango operativo de los niveles de líquido, la altura del drenaje 360 puede ser ajustada, en base a ajustar la longitud de la tubería 350 de drenaje, para tener en cuenta el cambio.



La Figura 4 ilustra un intercambiador de calor 400 de acuerdo a un ejemplo que no está de acuerdo a la invención. La Figura 5 es una vista en sección transversal del intercambiador de calor 400 mostrado en la Figura 4, a lo largo de A-A. Se muestran los componentes dentro del intercambiador de calor 400, así como la abertura en la carcasa 410 para la tubería 450 de drenaje. Es decir, las vistas mostradas en las Figuras 4 y 5

5 representan una carcasa 410 transparente. Dos trampillas 420 de acceso para mantenimiento se muestran para la carcasa 410. Se muestran también tres núcleos 430 y seis deflectores 440, uno a cada lado de cada núcleo 430. En realizaciones alternativas, el número de núcleos 430 o deflectores 440 puede ser diferente. Cada tubería 450 de drenaje conecta con un drenaje 460, el cual puede incluir un dispositivo 465 de destrucción de remolino para impedir la formación de un remolino que atrape vapor en la corriente líquida.

10 Cada drenaje 460, funcionando continuamente, está posicionado a una altura d predeterminada desde el fondo de la carcasa 410. La tubería 450 de drenaje asociada a cada drenaje 460 canaliza el fluido del lado de la carcasa (refrigerante) drenado hacia una tubería 470 de drenaje de salida. El número de drenajes 460, su ubicación, y la altura d dentro de la carcasa 410 en la cual está posicionada cada abertura de drenaje 460 pueden ser escogidos como se ha discutido anteriormente en referencia a la Figura 3. Por ejemplo, la altura d del drenaje 460 puede escogerse para evitar el consumo de vapor en la tubería 450 de drenaje y para asegurar

15 que el drenaje del líquido del lado de la carcasa no se produce con el líquido del lado de la carcasa dentro del rango operativo normal del nivel de líquido. Como otro ejemplo, la altura d puede también seleccionarse para asegurar que se mantiene un inventario de refrigerante a la parada del proceso (es decir, la posición del drenaje 460 no está demasiado abajo en la carcasa 410).

20 Aunque la invención se ha descrito en detalle en conexión con solo un número limitado de realizaciones, se debería entender fácilmente que la invención no está limitada a tales realizaciones descritas. Consecuentemente, la invención no debe verse como limitada por la descripción precedente, sino que solo está limitada por el alcance de las reivindicaciones anexas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de intercambio de calor en un intercambiador de calor (300) de núcleos en carcasa dispuesto en una plataforma móvil que induce un desplazamiento oscilatorio, comprendiendo el método:
  - 5 introducir un líquido del lado de la carcasa en una carcasa (310) del intercambiador de calor de núcleos en carcasa;
  - 10 introducir un fluido que ha de ser enfriado en cada uno de una pluralidad de núcleos (330) del intercambiador de calor de núcleos en carcasa, estando los núcleos dispuestos a lo largo de una longitud axial de la carcasa con una pluralidad de deflectores (340), estando al menos un deflector dispuesto a cada lado de cada núcleo a lo largo de la longitud axial de la carcasa para reducir el desplazamiento oscilatorio del líquido del lado de la carcasa; caracterizado por
  - 15 drenar el líquido en exceso del lado de la carcasa utilizando una pluralidad de drenajes (360), estando al menos dos de la pluralidad de drenajes dispuestos en lados opuestos de uno de la pluralidad de deflectores,
  - 20 en donde la etapa de drenar el líquido en exceso del lado de la carcasa incluye la pluralidad de drenajes (360), posicionados a una altura dentro de la carcasa (310), y
  - 25 que están dispuestos en un extremo de una tubería (350) de drenaje correspondiente, sobresaliendo cada tubería de drenaje en la carcasa desde un fondo de la carcasa y acoplada a una tubería (370) de drenaje de salida fuera de la carcasa.
2. El método de acuerdo a la reivindicación 1, en donde introducir el líquido del lado de la carcasa incluye introducir refrigerante en la carcasa (310).
3. El método de acuerdo a la reivindicación 1, que comprende además ajustar una altura de las tuberías (350) de drenaje correspondientes con la pluralidad de drenajes (360).
4. Un intercambiador de calor (300) de núcleos en carcasa, que comprende:
  - 25 una carcasa (310);
  - 30 una pluralidad de núcleos (330) dispuestos a lo largo de una longitud axial de la carcasa;
  - 35 una pluralidad de deflectores, estando al menos un deflector dispuesto a cada lado de cada núcleo (330) a lo largo de la longitud axial de la carcasa; caracterizado por
  - 40 una pluralidad de drenajes, estando al menos dos de la pluralidad de drenajes (360) dispuestos en lados opuestos de uno de la pluralidad de deflectores,
  - 45 una pluralidad de tuberías (350) de drenaje,
  - 50 en donde la pluralidad de drenajes (360) está posicionada a una altura dentro de la carcasa (310) en un extremo de una tubería (350) de drenaje respectiva, sobresaliendo cada tubería de drenaje en la carcasa desde un fondo de la carcasa y acoplada a una salida de drenaje fuera de la carcasa,
5. El intercambiador de calor de acuerdo a la reivindicación 4, en donde al menos uno de la pluralidad de drenajes (360) incluye un dispositivo de destrucción de remolinos.
6. El intercambiador de calor de acuerdo a la reivindicación 4, en donde la altura de los drenajes (360) está configurada para ser ajustada en base a ajustar la longitud de las tuberías (350) de drenaje correspondientes.
7. Un método para fabricar un intercambiador de calor (300) de núcleos en carcasa adecuado para disponer en una plataforma móvil, comprendiendo el método:
  - 40 disponer una pluralidad de núcleos a lo largo de una longitud axial de una carcasa (310);
  - 45 disponer una pluralidad de deflectores con al menos un deflector a cada lado de cada núcleo (330) a lo largo de la longitud axial de una carcasa; caracterizado por
  - 50 disponer una pluralidad de drenajes (360) en la carcasa, estando al menos dos de la pluralidad de drenajes dispuestos en lados opuestos de uno de la pluralidad de deflectores;
  - 55 en donde la disposición de la pluralidad de drenajes (360) incluye posicionar cada uno de la pluralidad de drenajes (360) a una altura dentro de la carcasa (310) en un extremo de una tubería (350) de drenaje respectiva, sobresaliendo cada tubería de drenaje en la carcasa desde un fondo de la carcasa y acoplada a una salida de drenaje fuera de la carcasa (310).

**8.** El método de acuerdo a la reivindicación 7, en donde la disposición de la pluralidad de drenajes (360) incluye disponer un dispositivo de destrucción de remolino en al menos uno de la pluralidad de drenajes.

**9.** El método de acuerdo a la reivindicación 7, en donde el posicionamiento de cada uno de la pluralidad de drenajes (360) incluye ajustar una altura de la tubería (350) de drenaje respectiva, opcionalmente en donde el ajuste de la altura de la tubería de drenaje respectiva incluye añadir o retirar segmentos de la tubería de drenaje.

5

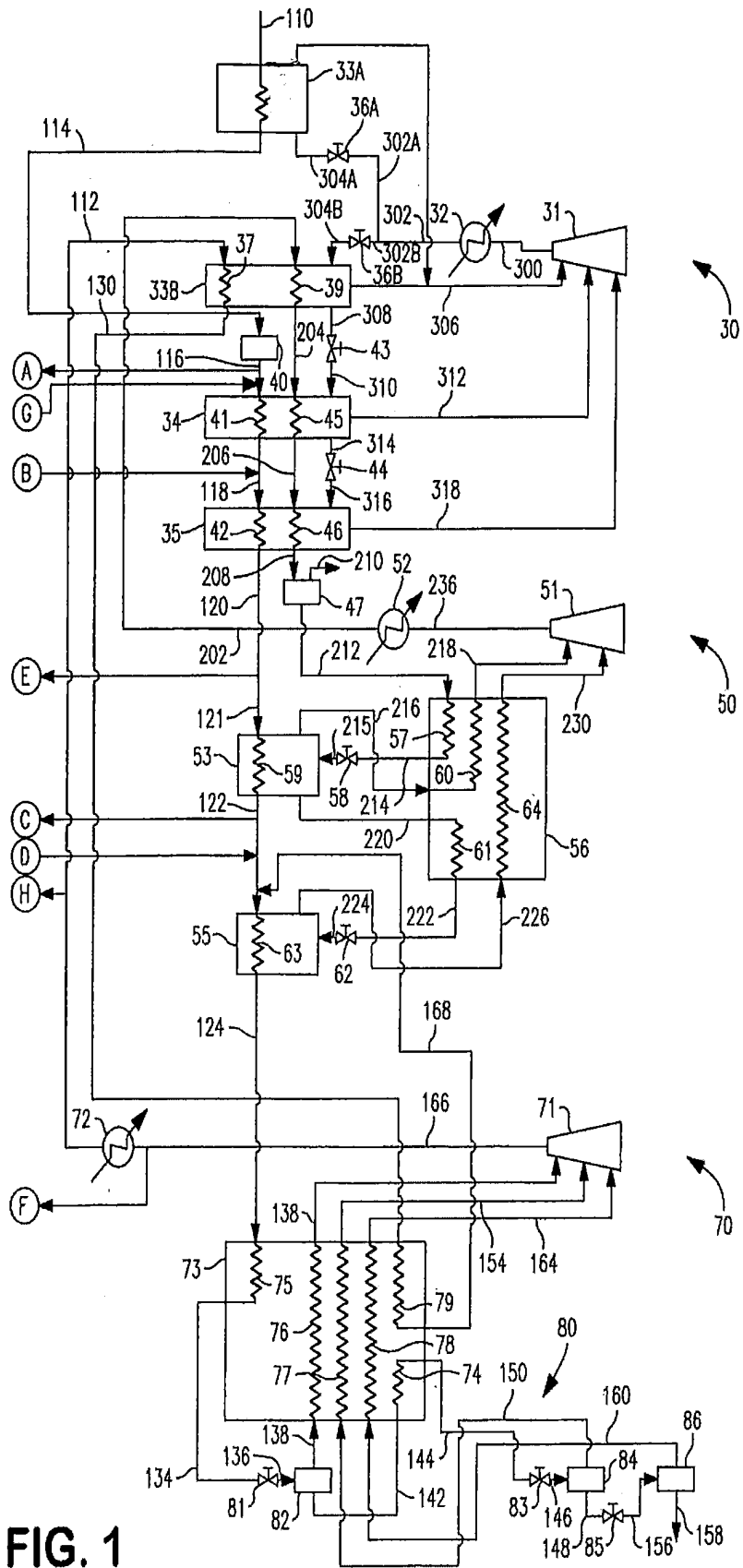


FIG. 1

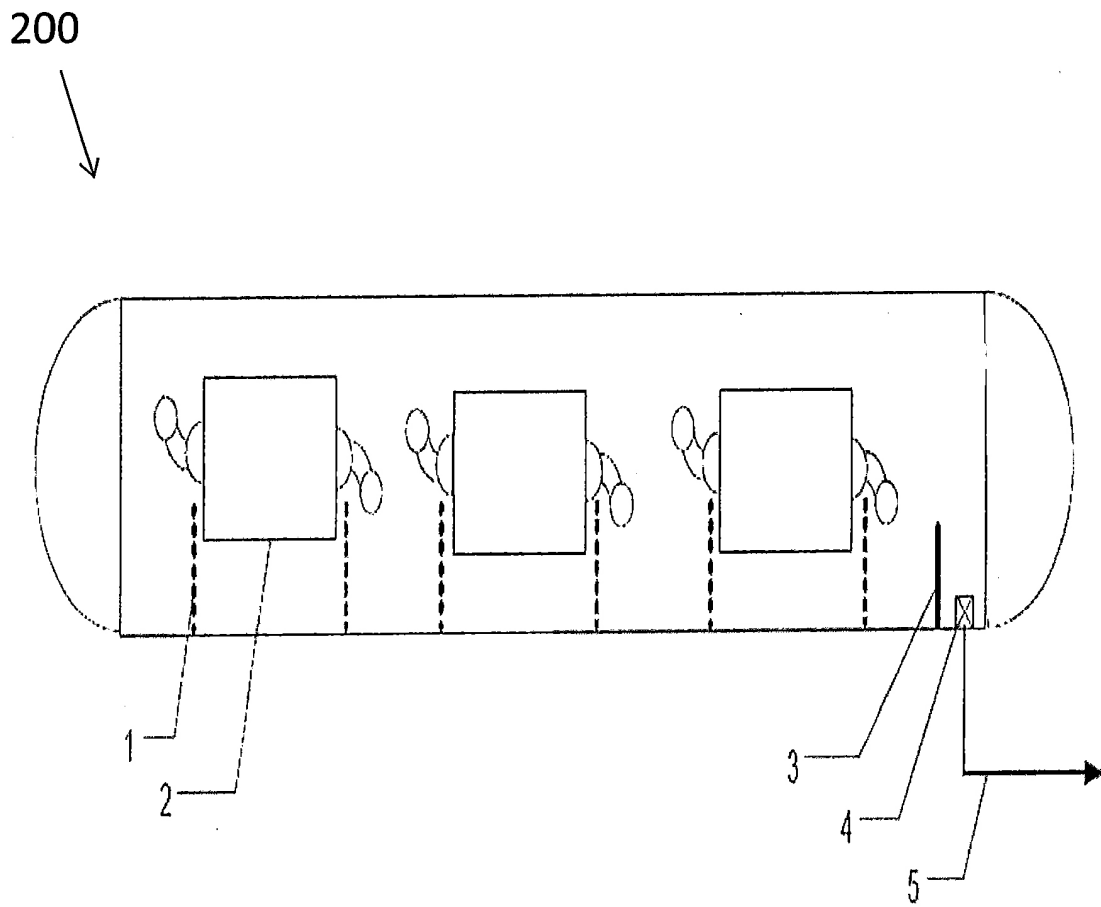


FIG. 2  
Técnica Anterior

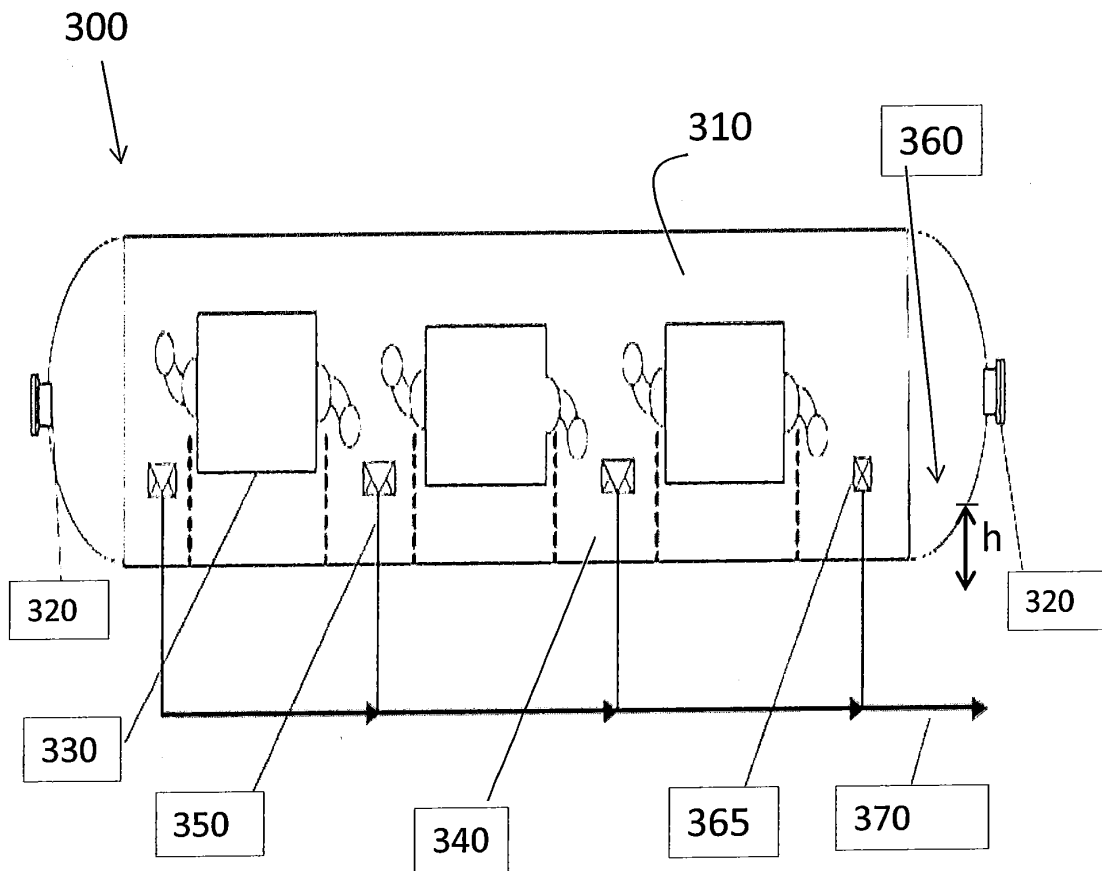


FIG. 3

