

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 619**

51 Int. Cl.:

F25J 1/02 (2006.01)

F25J 1/00 (2006.01)

F25B 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2014 PCT/US2014/031135**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014 WO14146138**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2014 E 14762447 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.01.2020 EP 2972028**

54 Título: **Sistema de refrigerante mixto y método**

30 Prioridad:

15.03.2013 US 201361802350 P

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

29.09.2020

73 Titular/es:

**CHART ENERGY & CHEMICALS, INC. (100.0%)
8665 New Trails Drive, Suite 100
The Woodlands, TX 77381, US**

72 Inventor/es:

**DUCOTE, JR., DOUGLAS A. y
GUSHANAS, TIMOTHY P.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 784 619 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

Sistema de refrigerante mixto y método

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere generalmente a sistemas de refrigerante mixtos y métodos adecuados para enfriar fluidos tales como gas natural.

10 **Antecedentes**

El gas natural, así como otros gases, se licua para su almacenamiento y transporte. La licuefacción reduce el volumen del gas y normalmente se lleva a cabo enfriando el gas a través del intercambio indirecto de calor en uno o más ciclos de refrigeración. Los ciclos de refrigeración son costosos debido a la complejidad del equipo y la eficacia de rendimiento del ciclo. Existe la necesidad, por lo tanto, de sistemas de enfriamiento y/o licuefacción de gas que sean menos complejos, más eficaces y menos costosos en cuanto a su modo de funcionamiento.

La licuefacción de gas natural, que es principalmente metano, normalmente requiere enfriar la corriente de gas a aproximadamente $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$ y luego bajar la presión a aproximadamente la atmosférica. Las curvas típicas de temperatura-entalpía para licuar metano gaseoso, tal como se muestra en la figura 1 (metano a 60 bares de presión, metano a 35 bares de presión, y una mezcla de metano/etano a 35 bares de presión), tienen tres regiones a lo largo de una curva en forma de S. A medida que el gas se enfría, a temperaturas superiores a aproximadamente $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$, el gas se está desrecalentando; y a temperaturas inferiores a aproximadamente $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$, el líquido se está subenfriando. Entre estas temperaturas, se observa una región relativamente plana en la que el gas se condensa en líquido. En la curva de metano de 60 bares, debido a que el gas está por encima de la presión crítica, solo una fase está presente por encima de la temperatura crítica, pero su calor específico es grande cerca de la temperatura crítica; por debajo de la temperatura crítica, la curva de enfriamiento es similar a las curvas de presión más baja (35 bares). La curva de 35 bares para 95 % de metano/5 % de etano muestra el efecto de las impurezas, que redondean los puntos de rocío y burbuja.

Los procesos de refrigeración suministran el enfriamiento requerido para licuar el gas natural, y los más eficientes tienen curvas de calentamiento que se acercan mucho a las curvas de enfriamiento en la figura 1, idealmente a unos pocos grados en todo el intervalo de temperatura. No obstante, debido a la forma en S de las curvas de enfriamiento y al amplio intervalo de temperatura, tales procesos de refrigeración son difíciles de diseñar. Los procesos de refrigerantes de componentes puros, debido a sus curvas de vaporización planas, funcionan mejor en la región de dos fases. Los procesos de refrigerantes de múltiples componentes, por otra parte, tienen curvas de vaporización inclinadas y son más apropiados para las regiones de desrecalentamiento y subenfriamiento. Ambos tipos de procesos, y sus combinaciones, han sido desarrollados para licuar gas natural.

Inicialmente, se utilizaron ciclos de refrigeración de componentes puros de múltiples niveles y en cascada con refrigerantes tales como propileno, etileno, metano y nitrógeno. Con suficientes niveles, dichos ciclos pueden generar una curva de calentamiento neto que se aproxima a las curvas de enfriamiento que se muestran en la figura 1. No obstante, a medida que aumenta el número de niveles, se requieren grupos compresores adicionales, lo que hace que aumente la complejidad mecánica de manera no deseada. Adicionalmente, dichos procesos son termodinámicamente ineficientes porque los refrigerantes de componentes puros se vaporizan a temperatura constante en lugar de seguir la curva de enfriamiento de gas natural, y la válvula de refrigeración vaporiza instantáneamente de manera irreversible el líquido en vapor. Por estos motivos, los procesos de refrigerantes mixtos se han vuelto populares para reducir los costes de capital y el consumo de energía, así como para mejorar la operatividad.

La patente de EE. UU. n.º 5.746.066 de Manley describe un proceso de refrigerante mixto de múltiples niveles y en cascada para recuperación de etileno, que elimina las ineficiencias termodinámicas del proceso de componentes puros de múltiples niveles y en cascada. Esto se debe a que los refrigerantes se vaporizan a temperaturas crecientes siguiendo la curva de enfriamiento de gas, y el refrigerante líquido se subenfía antes de la evaporación instantánea, reduciendo de este modo la irreversibilidad termodinámica. La complejidad mecánica se ve algo reducida porque se requieren menos ciclos de refrigerante en comparación con los procesos de refrigerante puro. Véanse, por ejemplo, las patentes de EE. UU. n.º 4.525.185 de Newton; 4.545.795 de Liu et al.; 4.689.063 de Paradowski et al.; y 6.041.619 de Fischer et al.; y las publicaciones de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2007/0227185 de Stone et al. y 2007/0283718 de Hulsey et al.

El proceso de refrigerante mixto de múltiples niveles y en cascada se encuentra entre los más eficientes conocidos, pero se busca un proceso más simple y más eficiente, que sea más fácil de operar.

Se ha desarrollado un proceso de refrigerante mixto individual, que requiere solo un compresor para refrigeración y que reduce aún más la complejidad mecánica. Véase, por ejemplo, la patente de EE. UU. n.º 4.033.735 de Swenson. No obstante, principalmente por dos razones, este proceso consume algo más de energía que los

procesos de refrigerantes mixtos de múltiples niveles y en cascadas tratados anteriormente.

En primer lugar, es difícil, si no imposible, encontrar una composición de refrigerante mixto individual que genere una curva de calentamiento neto que se aproxime a la curva de enfriamiento de gas natural típica. Dicho refrigerante requiere una gama de componentes de ebullición relativamente alta y baja, cuyas temperaturas de ebullición están termodinámicamente restringidas por el equilibrio de fase. Los componentes de ebullición más alta están aún más limitados para evitar que se congelen a bajas temperaturas. El resultado no deseado es que se producen necesariamente diferencias de temperatura relativamente grandes en varios puntos del proceso de enfriamiento, lo que es ineficiente en el contexto del consumo de energía.

En segundo lugar, en procesos de refrigerantes mixtos individuales, todos los componentes refrigerantes se llevan a la temperatura más baja, aunque los componentes de ebullición más alta proporcionan refrigeración solo en el extremo más caliente del proceso. El resultado no deseable es que se debe emplear energía para enfriar y recalentar aquellos componentes que son "inertes" a las temperaturas más bajas. Este no es el caso del proceso de refrigeración de componentes puros de múltiples niveles y en cascada o el proceso de refrigerante mixto de múltiples niveles y en cascada.

Para mitigar esta segunda ineficiencia y también abordar la primera, se han desarrollado numerosas soluciones que separan una fracción más pesada de un refrigerante mixto individual, usan la fracción más pesada a los niveles más altos de temperatura de refrigeración, y luego recombinan la fracción más pesada con la fracción más ligera para la compresión posterior. Véanse, por ejemplo, las patentes de EE. UU. n.º 2.041.725 de Podbielniak; 3.364.685 de Perret; 4.057.972 de Sarsten; 4.274.849 de Garrier et al.; 4.901.533 de Fan et al.; 5.644.931 de Ueno et al.; 5.813.250 de Ueno et al.; 6.065.305 de Arman et al.; y 6.347.531 de Roberts et al.; y la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2009/0205366 de Schmidt. Con un diseño cuidadoso, estos procesos pueden mejorar la eficiencia energética aunque la recombinación de corrientes que no están en equilibrio es termodinámicamente ineficiente. Esto se debe a que las fracciones ligeras y pesadas se separan a alta presión y luego se recombinan a baja presión para que puedan comprimirse en un solo compresor. En general, cuando las corrientes se separan en equilibrio, se procesan por separado y luego se recombinan en condiciones de no equilibrio, se produce una pérdida termodinámica, que en última instancia aumenta el consumo de energía. Por lo tanto, el número de tales separaciones debe minimizarse. Todos estos procesos utilizan un equilibrio simple de vapor/líquido en varios lugares del proceso de refrigeración para separar una fracción más pesada de una más ligera.

La separación de equilibrio simple de vapor/líquido en una etapa, no obstante, no concentra las fracciones tanto como usar múltiples etapas de equilibrio con reflujo. Una mayor concentración permite una mayor precisión a la hora de aislar una composición que proporciona refrigeración en un intervalo específico de temperaturas. Esto mejora la capacidad del proceso para seguir las curvas de enfriamiento de gas típicas. Las patentes de EE. UU. n.º 4.586.942 de Gauthier y 6.334.334 de Stockmann et al. (esta última comercializada por Linde como el proceso LIMUM®3) describen cómo se puede emplear el fraccionamiento en el grupo compresor ambiental anterior para concentrar aún más las fracciones separadas utilizadas para la refrigeración en diferentes zonas de temperatura y mejorar de este modo la eficiencia termodinámica del proceso general. Una segunda razón para concentrar las fracciones y reducir su intervalo de temperatura de vaporización es asegurarse de que estén completamente vaporizadas cuando salen de la parte refrigerada del proceso. Esto utiliza completamente el calor latente del refrigerante y evita el arrastre de líquidos en los compresores aguas abajo. Por esta misma razón, los líquidos de fracción pesada se reinyectan normalmente en la fracción más ligera del refrigerante como parte del proceso. El fraccionamiento de las fracciones pesadas reduce la vaporización instantánea tras la reinyección y mejora la distribución mecánica de los fluidos bifásicos.

Tal y como se ilustra en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2007/0227185 de Stone et al., se conoce la eliminación de las corrientes de refrigeración parcialmente vaporizadas de la parte refrigerada del proceso. Stone et al. hace esto por razones mecánicas (y no termodinámicas) y en el contexto de un proceso de refrigerante mixto de múltiples niveles y en cascada que requiere dos refrigerantes mixtos separados. Las corrientes de refrigeración parcialmente vaporizadas se vaporizan completamente tras la recombinación con sus fracciones de vapor previamente separadas inmediatamente antes de la compresión.

Se conocen sistemas de refrigerante mixto de múltiples corrientes en los que se descubrió que la separación de equilibrio simple de una fracción pesada mejora significativamente la eficiencia del proceso de refrigerante mixto si esa fracción pesada no se vaporiza por completo cuando sale del intercambiador de calor primario. Véase, por ejemplo, la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2011/0226008 de Gushanas et al. El refrigerante líquido, si está presente en la succión del compresor, debe separarse de antemano y, a veces, bombearse a una presión más alta. Cuando el refrigerante líquido se mezcla con la fracción más ligera vaporizada del refrigerante, el gas de succión del compresor se enfría, lo que reduce aún más la potencia requerida. Los componentes pesados del refrigerante se mantienen fuera del extremo frío del intercambiador de calor, lo que reduce la posibilidad de congelación del refrigerante. De igual modo, la separación de equilibrio de la fracción pesada durante una etapa intermedia reduce la carga en el(los) compresor(es) de la segunda etapa o superior, lo que mejora la eficiencia del proceso. El uso de la fracción pesada en un bucle de refrigeración de preenfriamiento independiente puede dar como resultado un cierre cercano de las curvas de calentamiento/enfriamiento en el extremo caliente del

intercambiador de calor, lo que da como resultado una refrigeración más eficiente.

La separación de "vapor frío" se ha utilizado para fraccionar el vapor a alta presión en corrientes de líquido y de vapor. Véase, por ejemplo, la patente n.º 6.334.334 de Stockmann et al., tratada anteriormente; "State of the Art LNG Technology in China", Lange, M., 5th Asia LNG Summit, 14 de octubre de 2010; "Cryogenic Mixed Refrigerant Processes", International Cryogenics Monograph Series, Venkatarathnam, G., Springer, págs. 199-205; y "Efficiency of Mid Scale LNG Processes Under Different Operating Conditions", Bauer, H., Linde Engineering. En otro proceso, comercializado por Air Products como el proceso de GNL AP-SMR™, un vapor de refrigerante mixto "caliente" se separa en corrientes de líquido y de vapor de refrigerante mixto frío. Véase, por ejemplo, "Innovations in Natural Gas Liquefaction Technology for Future LNG Plants and Floating LNG Facilities", International Gas Union Research Conference 2011, Bukowski, J. et al. En estos procesos, el líquido frío separado de este modo se usa como refrigerante de temperatura media por sí mismo y permanece separado del vapor frío separado de este modo antes de unirse a una corriente de retorno común. Las corrientes de líquido y de vapor frío, junto con el resto de los refrigerantes de retorno, se recombinan a través de una cascada y salen conjuntamente de la parte inferior del intercambiador de calor.

En los sistemas de separación de vapor tratados anteriormente, el líquido del acumulador de alta presión produce la refrigeración a temperatura caliente utilizada para condensar parcialmente el líquido en el separador de vapor frío. Los presentes inventores han descubierto que esto requiere una presión más alta y temperaturas inferiores a las ideales, ambas consumen de manera no deseada más energía durante la operación.

Otro proceso que usa separación de vapor frío, aunque en un sistema de refrigerante mixto de múltiples etapas, se describe en la patente de Reino Unido n.º 2.326.464 de Costain Oil. En este sistema, el vapor de un intercambiador de calor de reflujo separado se condensa parcialmente y se separa en corrientes de líquido y vapor. Las corrientes de líquido y vapor separadas de este modo se enfrían y se evaporan instantáneamente por separado antes de volver a unirse en una corriente de retorno de baja presión. Entonces, antes de salir del intercambiador de calor principal, la corriente de retorno a baja presión se combina con un líquido subenfriado y vaporizado instantáneamente del intercambiador de calor de reflujo mencionado anteriormente y luego se combina adicionalmente con un líquido subenfriado y vaporizado instantáneamente proporcionado por un tambor de separación establecido entre las etapas del compresor. En este sistema, el líquido separado de "vapor frío" y el líquido del intercambiador de calor de reflujo mencionado anteriormente no se combinan antes de unirse a la corriente de retorno a baja presión. Es decir, permanecen separados antes de unirse independientemente con la corriente de retorno a baja presión. Tal y como se ilustra en el documento CN20236175U, que también utiliza separación de vapor frío en un sistema de refrigerante mixto de múltiples etapas, se conoce la combinación de la corriente de líquido del separador frío con la corriente de líquido de refrigerante subenfriado antes de unirse a la corriente de retorno a baja presión. No obstante, en este sistema, la corriente de líquido del separador frío no se subenfriaba antes de combinarse con la corriente de líquido de refrigerante subenfriado.

Tal y como se explicará con mayor detalle más adelante, los presentes inventores han descubierto que el consumo de energía puede reducirse significativamente, entre otros, mezclando un líquido obtenido de un acumulador de alta presión con el líquido separado de vapor frío antes de unirse a una corriente de retorno.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una representación gráfica de las curvas de temperatura-entalpía para metano y una mezcla de metano-etano.
 La figura 2 es un diagrama de flujo de proceso y un esquema que ilustra una realización de un proceso y un sistema de la invención.
 La figura 3 es un diagrama de flujo de proceso y un esquema que ilustra una segunda realización de un proceso y un sistema de la invención.
 La figura 4 es un diagrama de flujo de proceso y un esquema que ilustra una tercera realización de un proceso y un sistema de la invención.
 La figura 5 es un diagrama de flujo de proceso y un esquema que ilustra una cuarta realización de un proceso y un sistema de la invención.
 La figura 6 es un diagrama de flujo de proceso y un esquema que ilustra una quinta realización de un proceso y un sistema de la invención.
 La figura 7 es un diagrama de flujo de proceso y un esquema que ilustra una sexta realización de un proceso y un sistema de la invención.
 La figura 8 es un diagrama de flujo de proceso y un esquema que ilustra una séptima realización de un proceso y un sistema de la invención.
 La figura 9 es un diagrama de flujo de proceso y un esquema que ilustra una octava realización de un proceso y un sistema de la invención.
 La figura 10 es un diagrama de flujo de proceso y un esquema que ilustra una novena realización de un proceso y un sistema de la invención.
 La figura 11 es un diagrama de flujo de proceso y un esquema que ilustra una décima realización de un proceso y un sistema de la invención.

La figura 12 es un diagrama de flujo de proceso y un esquema que ilustra una undécima realización de un proceso y un sistema de la invención.

Las tablas 1 y 2 muestran datos de corriente para varias realizaciones de la invención y están correlacionadas con las figuras 6 y 7, respectivamente.

5

Breve sumario

De conformidad con la invención, la separación de vapor frío se utiliza para fraccionar el vapor condensado obtenido de la separación a alta presión en una fracción líquida fría y una fracción de vapor frío. La fracción de vapor frío puede usarse como refrigerante a temperatura fría, pero se pueden obtener eficiencias cuando la fracción líquida fría subenfriada se combina con el líquido subenfriado obtenido de la separación del acumulador de alta presión, y la combinación resultante se usa como refrigerante de temperatura media.

En consecuencia, el refrigerante de temperatura media, formado a partir del líquido del separador frío y el líquido del acumulador de alta presión, proporciona la temperatura y cantidad adecuadas para condensar sustancialmente el gas de alimentación, en el caso del gas natural, en gas natural licuado (GNL) aproximadamente en el punto donde el refrigerante de temperatura media se introduce en el paso de refrigeración primario. El refrigerante a temperatura fría, por otra parte, producido a partir de vapor de separador frío, entonces puede usarse para subenfriar el GNL condensado de este modo a la temperatura final deseada. Los inventores han descubierto que, asombrosamente, dicho proceso puede reducir el consumo de energía hasta en un 10 % y con un coste de capital adicional mínimo.

En las realizaciones del presente documento, un sistema de intercambio de calor y un proceso para enfriar gases como GNL pueden funcionar sustancialmente en el punto de rocío del refrigerante de retorno. Con el sistema y el proceso, se logran ahorros considerables porque se evita o minimiza el bombeo que de otro modo se requeriría en el lado de compresión para hacer circular el refrigerante líquido. Si bien puede ser deseable operar un sistema de intercambio de calor en el punto de rocío de un refrigerante de retorno, hasta ahora ha sido difícil hacerlo de manera eficiente en la práctica.

En las realizaciones del presente documento, una parte significativa de la refrigeración a temperatura caliente utilizada para condensar parcialmente el líquido en el separador de vapor frío se produce por separación de etapa intermedia y no por separación final o de alta presión. Los inventores han descubierto que el uso de líquido de separación entre etapas en lugar de líquido de acumulación de alta presión para proporcionar refrigeración de temperatura caliente reduce el consumo de energía porque el líquido de separación entre etapas se produce a una presión más baja; y además que el líquido de separación entre etapas opera a temperaturas ideales para condensar parcialmente el vapor obtenido de la separación a alta presión.

Una ventaja adicional, como en las realizaciones del presente documento, es que la separación de equilibrio de la fracción pesada durante la separación entre etapas también reduce la carga en los compresores de la segunda etapa o superior, lo que mejora aún más la eficiencia del proceso.

En un primer aspecto, la invención se refiere a un intercambiador de calor para enfriar un fluido con un refrigerante mixto de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con un segundo aspecto, la invención se refiere a un método para enfriar un fluido de alimentación en un intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 15.

Descripción de las diversas realizaciones

En la figura 2 se proporciona un diagrama de flujo de proceso y un esquema que ilustra una realización de un intercambiador de calor de múltiples corrientes.

Tal y como se ilustra en la figura 2, una realización incluye un intercambiador de calor de múltiples corrientes 170, que tiene un extremo caliente 1 y un extremo frío 2. El intercambiador de calor recibe una corriente de fluido de alimentación, tal como una corriente de alimentación de gas natural a alta presión que se enfría y/o licua en el paso de enfriamiento 162 mediante la eliminación de calor mediante intercambio de calor con corrientes de refrigeración en el intercambiador de calor. Como resultado, se produce una corriente de fluido de producto tal como gas natural líquido. El diseño de múltiples corrientes del intercambiador de calor permite la integración conveniente y eficiente energéticamente de varias corrientes en un solo intercambiador. Se pueden comprar intercambiadores de calor adecuados en Chart Energy & Chemicals, Inc. en The Woodlands, Texas. El intercambiador de calor de múltiples corrientes de placas y aletas disponible en Chart Energy & Chemicals, Inc. ofrece la ventaja adicional de ser físicamente compacto.

En una realización, con referencia a la figura 2, un paso de enfriamiento de fluido de alimentación 162 incluye una entrada en el extremo caliente 1 y una salida de producto en el extremo frío 2 a través de la cual el producto sale del paso de enfriamiento de fluido de alimentación 162. Un paso de refrigeración primario 104 (o 204 - véase la figura 3) tiene una entrada en el extremo frío para recibir una corriente de refrigerante a temperatura fría 122, una salida de

corriente de retorno de refrigerante en el extremo caliente a través de la cual una corriente de retorno de refrigerante de fase de vapor 104A sale del paso de refrigeración primario 104, y una entrada adaptada para recibir una corriente de refrigerante de temperatura media 148. En el intercambiador de calor, en esta última entrada, el paso de refrigeración primario 104/204 está unido por el paso de refrigerante de temperatura media 148, donde la corriente de refrigerante de temperatura fría 122 y la corriente de refrigerante de temperatura media 148 se combinan. En una realización, la combinación de la corriente de refrigerante de temperatura media y la corriente de refrigerante de temperatura fría forma una zona de temperatura media en el intercambiador de calor generalmente desde el punto en el que se combinan y aguas abajo desde allí en la dirección del flujo de refrigerante hacia la salida de refrigerante primario.

Cabe señalar aquí que los pasos y las corrientes a veces se refieren a ambos por el mismo número de elemento establecido en las figuras. De igual modo, tal y como se usa en el presente documento, y tal como se conoce en la técnica, un intercambiador de calor es ese dispositivo, o un área en el dispositivo, en el que se produce un intercambio de calor indirecto entre dos o más corrientes a diferentes temperaturas, o entre una corriente y el entorno. Tal y como se usa en el presente documento, los términos "comunicación", "comunicarse" y similares generalmente se refieren a comunicación de fluido a menos que se especifique lo contrario. Y aunque dos fluidos en comunicación pueden intercambiar calor tras mezclarse, dicho intercambio no se consideraría igual al intercambio de calor en un intercambiador de calor, aunque dicho intercambio puede tener lugar en un intercambiador de calor. Un sistema de intercambio de calor puede incluir esos elementos, aunque no se describen específicamente, en general se sabe que son parte de un intercambiador de calor, como dispositivos de expansión, válvulas flash, y similares. Tal y como se usa en el presente documento, el término "reducir la presión de" no implica un cambio de fase, mientras que el término, "evaporación instantánea", sí implica un cambio de fase, incluyendo incluso un cambio de fase parcial. Tal y como se usan en el presente documento, los términos, "alta", "media", "caliente" y similares son relativos a corrientes comparables, como es habitual en la técnica. Las tablas de corriente 1 y 2 exponen valores a modo de ejemplo como orientación, que no pretenden ser limitantes, a menos que se especifique lo contrario.

De acuerdo con la invención, el intercambiador de calor incluye un paso de vapor a alta presión 166 adaptado para recibir una corriente de vapor a alta presión 34 en el extremo caliente y para enfriar la corriente de vapor a alta presión 34 para formar una corriente de alimentación de separador frío de fase mixta 164, e incluye una salida en comunicación con un separador de vapor frío VD4, estando adaptado el separador de vapor frío VD4 para separar la corriente de alimentación de separador frío 164 en una corriente de vapor de separador frío 160 y una corriente de líquido de separador frío 156. En una realización, el vapor a alta presión 34 se recibe desde un dispositivo de separación de acumulador de alta presión en el lado de compresión.

De acuerdo con la invención, el intercambiador de calor incluye un paso de vapor de separador frío que tiene una entrada en comunicación con el separador de vapor frío VD4. El vapor de separador frío se enfría en el paso 168 condensado en la corriente de líquido 112, y luego se evapora instantáneamente con 114 para formar la corriente de refrigerante de temperatura fría 122. El refrigerante 122 de temperatura fría entra entonces en el paso de refrigeración primario en el extremo frío del mismo. En una realización, el refrigerante a temperatura fría es una fase mixta.

De acuerdo con la invención, el líquido de separador frío 156 se enfría en el paso 157 para formar el líquido de separador de vapor frío subenfriado 128. Esta corriente puede unirse al líquido de refrigerante subenfriado de ebullición media 124, tratado más adelante, que, combinado de este modo, se evapora instantáneamente entonces a 144 para formar el refrigerante de temperatura media 148, tal y como se muestra en la figura 2. En una realización, el refrigerante de temperatura media es una fase mixta.

De acuerdo con la invención, el intercambiador de calor incluye un paso de líquido a alta presión 136. El paso de líquido a alta presión recibe un líquido a alta presión 38 desde un dispositivo de separación de acumulador de alta presión en el lado de compresión. En una realización, el líquido a alta presión 38 es una corriente de líquido de refrigerante de ebullición media. La corriente de líquido a alta presión entra en el extremo caliente y se enfría para formar una corriente de líquido de refrigerante subenfriado 124. Tal y como se ha indicado anteriormente, la corriente de líquido de separador frío subenfriado 128 se combina con la corriente de líquido de refrigerante subenfriado 124 para formar una corriente de refrigerante de temperatura media 148. En una realización, uno o ambos líquidos refrigerantes 124 y 128 se pueden evaporar instantáneamente de manera independiente a 126 y 130 antes de combinarse en el refrigerante de temperatura media 148, tal y como se muestra, por ejemplo, en la figura 4.

De acuerdo con la invención, el refrigerante de temperatura fría 122 y el refrigerante de temperatura media 148, combinados de este modo, proporcionan refrigeración en el paso de refrigeración primario 104, donde salen como una corriente de vapor o una corriente de retorno de refrigerante de fase mixta 104A/102. En una realización, salen como una corriente de retorno de refrigerante de fase de vapor 104A/102. En una realización, el vapor es una corriente de retorno de refrigerante de vapor sobrecalentado.

Tal y como se muestra en la figura 2, el intercambiador de calor también puede incluir un paso de preenfriamiento adaptado para recibir una corriente de líquido de refrigerante de ebullición alta 48 en el extremo caliente. En una realización, la corriente de líquido de refrigerante de ebullición alta 48 es proporcionada por un dispositivo de

separación entre etapas entre compresores en el lado de compresión. La corriente de refrigerante líquido de ebullición alta 48 se enfría en el paso de líquido preenfriado 138 para formar el refrigerante líquido subenfriado de ebullición alta 140. El refrigerante líquido subenfriado de ebullición alta 140 se evapora instantáneamente o se reduce su presión en el dispositivo de expansión 142 para formar la corriente de refrigerante a temperatura caliente 158, que puede ser una fase mixta de vapor y líquido o una fase líquida.

En una realización, la corriente de refrigerante a temperatura caliente 158 entra en el paso de refrigerante preenfriado 108 para proporcionar enfriamiento. En una realización, el paso de refrigerante de preenfriamiento 108 proporciona enfriamiento sustancial para el paso de vapor a alta presión 166, por ejemplo, para enfriar y condensar el vapor de alta presión 34 en la corriente de alimentación de separador frío de fase mixta 164.

En una realización, la corriente de refrigerante a temperatura caliente sale del paso de refrigeración de preenfriamiento 108 como una corriente de retorno de refrigerante a temperatura caliente de fase de vapor o fase mixta 108A. En una realización, la corriente de retorno de refrigerante a temperatura caliente 108A vuelve al lado de compresión, ya sea solo, como se muestra en la figura 8, o en combinación con la corriente de retorno de refrigerante 104A para formar la corriente de retorno 102. Si se combinan, las corrientes de retorno 108A y 104A se pueden combinar con un dispositivo de mezcla. Los ejemplos de dispositivos de mezcla no limitantes incluyen, pero sin limitación, mezcladores estáticos, segmento de tubería, colector del intercambiador de calor, o su combinación.

En una realización, la corriente de refrigerante a temperatura caliente 158, en lugar de entrar en el paso de refrigerante preenfriado 108, en su lugar, se introduce en el paso de refrigerante primario 204, tal y como se muestra en la figura 3. El paso de refrigerante primario 204 incluye una entrada aguas abajo desde el punto donde el refrigerante de temperatura media 148 entra en el paso de refrigerante primario pero aguas arriba de la salida para la corriente de refrigerante de retorno 202. La corriente de refrigerante a temperatura fría 122, que se combinó previamente con la corriente de refrigerante de temperatura media 148, y la corriente de refrigerante de temperatura caliente 158 se combinan para proporcionar refrigeración con temperatura caliente en el área correspondiente, por ejemplo, entre la salida de la corriente de retorno de refrigerante y el punto de introducción del refrigerante de temperatura caliente 158 en el paso de refrigeración primario 204. Un ejemplo de esto se muestra en el intercambiador de calor 270 en la figura 3. Los refrigerantes combinados 122, 148 y 158 salen como una corriente de refrigerante de retorno combinado 202, que puede ser una fase mixta o una fase de vapor. En una realización, la corriente de retorno de refrigerante desde el paso de refrigeración primario 204 es una corriente de retorno de fase de vapor 202.

La figura 5, como en la figura 4 tratada anteriormente, muestra disposiciones alternativas para combinar la corriente de líquido de separador frío subenfriado 128 y la corriente de líquido de refrigerante subenfriado 124 para formar la corriente de refrigerante de temperatura media 148. En una realización, uno o ambos líquidos de refrigerante 124 y 128 se pueden evaporar instantáneamente de manera independiente a 126 y 130 antes de combinarse en el refrigerante de temperatura media 148.

Con referencia a las figuras 6 y 7, en las que se muestran realizaciones de un sistema de compresión, generalmente referenciado como 172, en combinación con un intercambiador de calor, ejemplificado por 170. En una realización, el sistema de compresión es adecuado para hacer circular un refrigerante mixto en un intercambiador de calor. Se muestra un dispositivo de separación por succión VD1 que tiene una entrada para recibir una corriente de refrigerante de bajo retorno 102 (o 202, aunque no se muestra) y una salida de vapor 14. Un compresor 16 está en comunicación de fluido con la salida de vapor 14 e incluye una salida de fluido comprimido para proporcionar una corriente de fluido comprimido 18. Se muestra un posenfriador opcional 20 para enfriar la corriente de fluido comprimido 18. Si está presente, el posenfriador 20 proporciona una corriente de fluido enfriado 22 a un dispositivo de separación entre etapas VD2. El dispositivo de separación entre etapas VD2 tiene una salida de vapor para proporcionar una corriente de vapor 24 al compresor 26 de la segunda etapa y también una salida de líquido para proporcionar una corriente de líquido 48 al intercambiador de calor. En una realización, la corriente de líquido 48 es una corriente de líquido de refrigerante de ebullición alta.

La corriente de vapor 24 se proporciona al compresor 26 a través de una entrada en comunicación con el dispositivo de separación entre etapas VD2, que comprime el vapor 24 para proporcionar una corriente de fluido comprimido 28. Un posenfriador opcional 30, si está presente, enfría la corriente de fluido comprimido 28 para proporcionar una corriente de fase mixta de alta presión 32 al dispositivo de separación del acumulador VD3. El dispositivo de separación del acumulador VD3 separa la corriente de fase mixta de alta presión 32 en la corriente de vapor de alta presión 34 y una corriente de líquido de alta presión 36, que puede ser una corriente de líquido de refrigerante de ebullición media. En una realización, la corriente de vapor a alta presión 34 se envía al paso de vapor a alta presión del intercambiador de calor.

Se muestra una intersección divisoria opcional, que tiene una entrada para recibir la corriente de líquido a media y alta presión 36 desde el dispositivo de separación del acumulador VD3, una salida para proporcionar una corriente de líquido refrigerante de ebullición media 38 al intercambiador de calor, y opcionalmente una salida para proporcionar una corriente de fluido 40 de vuelta al dispositivo de separación entre etapas VD2. Se muestra un dispositivo de expansión opcional 42 para la corriente 40 que, si está presente, proporciona una corriente de fluido

enfriado expandido 44 al dispositivo de separación entre etapas, el dispositivo de separación entre etapas VD2 opcionalmente comprende además una entrada para recibir la corriente de fluido 44. Si la intersección divisoria no está presente, entonces la corriente de líquido de refrigerante de ebullición media 36 está en comunicación de fluido directa con la corriente de líquido de refrigerante de ebullición media 38.

5 La figura 7 incluye además una bomba opcional P, para bombear corriente de refrigerante líquido a baja presión 14/, cuya temperatura en una realización se ha reducido por el efecto de enfriamiento instantáneo de mezclar 108A y 104A antes del dispositivo de separación por succión VD1 para bombear hacia adelante a presión intermedia. Tal y como se ha descrito anteriormente, la corriente de salida 18/ desde la bomba va hacia el tambor entre etapas VD2.

10 La figura 8 muestra un ejemplo de diferentes corrientes de retorno de refrigerante que regresan al dispositivo de separación por succión VD1. La figura 9 muestra varias realizaciones que incluyen salidas de fluido de alimentación y entradas 162A y 162B para tratamiento de alimentación externa, tales como recuperación de líquidos de gas natural o rechazo de nitrógeno, o similares.

15 Así mismo, mientras que el presente sistema y método se describen a continuación en términos de licuefacción de gas natural, pueden usarse para el enfriamiento, licuefacción y/o procesamiento de gases distintos al gas natural, incluidos, pero sin limitación, aire o nitrógeno.

20 La eliminación del calor se realiza en el intercambiador de calor utilizando un único refrigerante mezclado en los sistemas descritos en el presente documento. En las tablas 1 y 2 se presentan ejemplos de composiciones de refrigerante, condiciones y flujos de las corrientes de la porción de refrigeración del sistema, como se describe más adelante, que no pretenden ser limitantes.

25 De acuerdo con la invención, la corriente de refrigerante de vapor a alta presión caliente 34 se enfría, se condensa y se subenfriado a medida que viaja a través del paso de vapor a alta presión 166/168 del intercambiador de calor 170. Como resultado, la corriente 112 sale del extremo frío del intercambiador de calor 170. La corriente 112 pasa a través de la válvula de expansión 114 y vuelve a entrar en el intercambiador de calor como la corriente 122 para proporcionar refrigeración como la corriente 104 que viaja a través del paso de refrigeración primario 104. Como alternativa a la válvula de expansión 114, podría usarse otro tipo de dispositivo de expansión, incluyendo, pero sin limitación, una turbina o un orificio.

30 La corriente de refrigerante líquido a alta presión caliente 38 entra en el intercambiador de calor 170 y se subenfriado en el paso de líquido a alta presión 136. La corriente resultante 124 sale del intercambiador de calor y se envía a través de la válvula de expansión 126. Como alternativa a la válvula de expansión 126, podría usarse otro tipo de dispositivo de expansión, incluyendo, pero sin limitación, una turbina o un orificio. De manera significativa, la corriente resultante 132 en lugar de volver a entrar en el intercambiador de calor 170 directamente para unirse al conducto de refrigeración primario 104, primero se une al líquido de vapor de separador frío subenfriado 128 para formar una corriente refrigerante de temperatura media 148. La corriente de refrigerante de temperatura media 148 luego vuelve a entrar en el intercambiador de calor en el que se une a la corriente de fase mixta de baja presión 122 en el paso de refrigeración primario 104. Combinados y calentados de este modo, los refrigerantes salen del extremo caliente del intercambiador de calor 170 como corriente de retorno de refrigerante de vapor 104A, que puede estar opcionalmente sobrecalentado.

45 En una realización, la corriente de retorno de refrigerante de vapor 104A y la corriente 108A que, puede ser de fase mixta o de vapor, pueden salir del extremo caliente del intercambiador de calor por separado, por ejemplo, cada una a través de una salida distinta, o pueden combinarse dentro del intercambiador de calor y salir conjuntamente, o pueden salir del intercambiador de calor en un colector común unido al intercambiador de calor antes de regresar al dispositivo de separación por succión VD1. Como alternativa, las corrientes 104A y 108A pueden salir por separado y permanecer así hasta que se combinen en el dispositivo de separación por succión VD1, o pueden, a través de entradas de vapor y fase mixta, respectivamente, combinarse y equilibrarse en el tambor de succión de baja presión. Aunque se ilustra un tambor de succión VD1, se pueden usar dispositivos de separación alternativos, incluyendo, pero sin limitación, otro tipo de recipiente, un separador ciclónico, una unidad de destilación, un separador coalescente o eliminador de neblina tipo malla o paleta. Como resultado, una corriente de refrigerante de vapor a baja presión 14 sale de la salida de vapor del tambor VD1. Tal y como se ha señalado anteriormente, la corriente 14 viaja a la entrada del compresor 16 de primera etapa. La mezcla de la corriente de fase mixta 108A con la corriente 104A, que incluye un vapor de composición muy diferente, en el tambor de succión VD1 en la entrada de succión del compresor 16 crea un efecto de enfriamiento de evaporación instantánea parcial que reduce la temperatura de la corriente de vapor que viaja al compresor y, por lo tanto, al compresor mismo y, por lo tanto, reduce la potencia requerida para que funcione.

60 En una realización, un bucle de refrigerante de preenfriamiento entra en el lado caliente del intercambiador de calor 170 y sale con una fracción líquida significativa. La corriente parcialmente líquida 108A se combina con el vapor de refrigerante gastado de la corriente 104A para equilibrarse y separarse en el tambor de succión VD1, comprimir el vapor resultante en el compresor 16 y bombear el líquido resultante mediante la bomba P. En el presente caso, el equilibrio se logra tan pronto como se produce la mezcla, es decir, en el colector, mezclador estático, o similar. En

una realización, el tambor simplemente protege el compresor. El equilibrio en el tambor de succión VD1 reduce la temperatura de la corriente que entra en el compresor 16, tanto por transferencia de calor como de masa, reduciendo de este modo el uso de energía por el compresor.

- 5 Otras realizaciones que se muestran en la figura 9 incluyen varios dispositivos de separación en los bucles de refrigeración caliente, media y fría. En una realización, el paso de refrigerante a temperatura caliente 158 está en comunicación de fluido con un dispositivo de separación.
- 10 En una realización, el paso de refrigerante a temperatura caliente 158 está en comunicación de fluido con un dispositivo de separación de acumulador VD5 que tiene una salida de vapor en comunicación de fluido con un paso de vapor de refrigerante a temperatura caliente 158v y una salida de líquido en comunicación de fluido con un paso de líquido de refrigerante a temperatura caliente 158/.
- 15 En una realización, los pasos de vapor y líquido de refrigerante a temperatura caliente 158v y 158/ están en comunicación de fluido con el paso de corriente de ebullición alta de baja presión 108.
- En una realización, los pasos de vapor y líquido de refrigerante a temperatura caliente 158v y 158/ están en comunicación de fluido entre sí dentro del intercambiador de calor o en un colector fuera del intercambiador de calor.
- 20 En una realización, el paso 134 de corriente de líquido del separador frío evaporado instantáneamente está en comunicación de fluido con un dispositivo de separación de acumulador VD6 que tiene una salida de vapor en comunicación de fluido con un paso de vapor de refrigerante de temperatura media 148v, y una salida de líquido en comunicación de fluido con un paso de líquido de refrigerante de temperatura media 148/.
- 25 En una realización, los pasos de vapor y líquido de refrigerante de temperatura media 148v y 148/ están en comunicación de fluido con el paso de refrigerante mixto de baja presión 104.
- En una realización, los pasos de vapor y líquido de refrigerante de temperatura media 148v y 148/ están en comunicación de fluido entre sí dentro del intercambiador de calor o en un colector fuera del intercambiador de calor.
- 30 En una realización, el paso de corriente de líquido de refrigerante evaporado instantáneamente de ebullición media 132 está en comunicación de fluido con un dispositivo de separación de acumulador VD6 que tiene una salida de vapor en comunicación de fluido con un paso de vapor de refrigerante de temperatura media 148v y una salida de líquido en comunicación de fluido con un paso de líquido de refrigerante de temperatura media 148/.
- 35 En una realización, los pasos de vapor y líquido de refrigerante de temperatura media 148v y 148/ están en comunicación de fluido con el paso de refrigerante mixto de baja presión 104.
- 40 En una realización, los pasos de vapor y líquido de refrigerante de temperatura media 148v y 148/ están en comunicación de fluido entre sí dentro del intercambiador de calor o en un colector fuera del intercambiador de calor.
- En una realización, la corriente de líquido de refrigerante evaporada instantáneamente de ebullición media 132 y la corriente de líquido de separador frío evaporado instantáneamente 134 están en comunicación de fluido con un dispositivo de separación de acumulador VD6 que tiene una salida de vapor en comunicación de fluido con un paso de vapor de refrigerante de temperatura media 148v y una salida de líquido en comunicación de fluido con un paso de líquido de refrigerante de temperatura media 148/.
- 45 En una realización, los pasos de vapor y líquido de refrigerante de temperatura media 148v y 148/ están en comunicación de fluido con el paso de refrigerante mixto de baja presión 104.
- 50 En una realización, los pasos de vapor y líquido de refrigerante de temperatura media 148v y 148/ están en comunicación de fluido entre sí dentro del intercambiador de calor o en un colector fuera del intercambiador de calor.
- En una realización, la corriente de líquido de refrigerante de ebullición media evaporada instantáneamente 132 y la corriente de líquido de separador frío evaporado instantáneamente 134 están en comunicación de fluido entre sí antes de comunicarse fluidamente con el dispositivo de separación de acumulador VD6.
- 55 En una realización, el paso de corriente de fase mixta de baja presión 122 está en comunicación de fluido con un dispositivo de separación de acumulador VD7 que tiene una salida de vapor en comunicación de fluido con un paso de vapor de refrigerante a temperatura fría 122v, y un paso de líquido a temperatura fría 122/.
- 60 En una realización, el paso de vapor de refrigerante a temperatura fría 122v y un paso de líquido a temperatura fría 122/ están en comunicación de fluido con el paso de refrigerante mixto de baja presión 104.
- 65 En una realización, el paso de vapor de refrigerante a temperatura fría 122v y el paso de líquido a temperatura fría 122/ están en comunicación de fluido entre sí dentro del intercambiador de calor o en un colector fuera del

intercambiador de calor.

5 En una realización, cada uno de los pasos de refrigerante a temperatura caliente 158, paso de corriente de líquido de separador frío evaporado instantáneamente 134, paso de refrigerante de baja presión de ebullición media 132, paso de corriente de fase mixta de baja presión 122 está en comunicación de fluido con un dispositivo de separación.

En una realización, uno o más preenfriadores pueden estar presentes en serie entre los elementos 16 y VD2.

10 En una realización, uno o más preenfriadores pueden estar presentes en serie entre los elementos 30 y VD3.

En una realización, una bomba puede estar presente entre una salida de líquido de VD1 y la entrada de VD2. En algunas realizaciones, una bomba puede estar presente entre una salida de líquido de VD1 y tener una salida en comunicación de fluido con los elementos 18 o 22.

15 En una realización, el preenfriador es un propano, amoniaco, propileno, etano, preenfriador.

En una realización, el preenfriador presenta 1, 2, 3 o 4 etapas múltiples.

20 En una realización, el refrigerante mixto comprende 2, 3, 4 o 5 hidrocarburos C1-C5 y opcionalmente N2.

25 En una realización, el dispositivo de separación por succión incluye una salida de líquido y comprende además una bomba que tiene una entrada y una salida, en donde la salida del dispositivo de separación por succión está en comunicación de fluido con la entrada de la bomba, y la salida de la bomba está en comunicación de fluido con la salida del posenfriador.

30 En una realización, el sistema de refrigerante mixto comprende además un preenfriador en serie entre la salida del refrigerador intermedio y la entrada del dispositivo de separación entre etapas y en donde la salida de la bomba también está en comunicación de fluido con el preenfriador.

En una realización, el dispositivo de separación por succión es un acumulador de refrigerante de componentes pesados por el cual el refrigerante vaporizado que viaja a la entrada del compresor se mantiene generalmente en un punto de rocío.

35 En una realización, el acumulador de alta presión es un tambor.

En una realización, no hay un tambor entre etapas entre el dispositivo de separación por succión y el dispositivo de separación del acumulador.

40 En una realización, los dispositivos de expansión primero y segundo son los únicos dispositivos de expansión en comunicación de bucle cerrado con el intercambiador de calor del proceso principal.

En una realización, un posenfriador es el único posenfriador presente entre el dispositivo de separación por succión y el dispositivo de separación del acumulador.

45 En una realización, el intercambiador de calor no tiene una salida separada para un paso de refrigeración de preenfriamiento.

REIVINDICACIONES

1. Un intercambiador de calor para enfriar un fluido con un refrigerante mixto, que comprende:

- 5 un extremo caliente (1) y un extremo frío (2);
 un paso de enfriamiento de fluido de alimentación (162) que tiene una entrada en el extremo caliente y adaptada para recibir un fluido de alimentación, y que tiene una salida de producto en el extremo frío a través del cual el producto sale del paso de enfriamiento de fluido de alimentación;
 10 un paso de refrigeración primario (104, 204) que tiene una entrada en el extremo frío y adaptada para recibir una corriente de refrigerante a temperatura fría (122), una salida de corriente de retorno de refrigerante en el extremo caliente a través del cual una corriente de retorno de refrigerante de fase de vapor o en fase mixta sale del paso de refrigeración primario, y una entrada adaptada para recibir una corriente de refrigerante a temperatura media (148) y que está situada entre la entrada de corriente de refrigerante a temperatura fría y la salida de corriente de retorno de refrigerante;
 15 un paso de vapor a alta presión (166) adaptado para recibir una corriente de vapor a alta presión (34) en el extremo caliente y para enfriar la corriente de vapor a alta presión (34) para formar una corriente de alimentación de separador frío de fase mixta (164), y que incluye una salida y un separador de vapor frío (VD4), en donde la salida está en comunicación con el separador de vapor frío (VD4), estando adaptado el separador de vapor frío (VD4) para separar la corriente de alimentación de separador frío (164) en una corriente de vapor de separador frío (160) y una corriente de líquido de separador frío (156);
 20 un paso de vapor de separador frío que tiene una entrada en comunicación con el separador de vapor frío (VD4) y adaptado para condensar y evaporar instantáneamente la corriente de vapor de separador frío (160) para formar la corriente de refrigerante a temperatura fría (122), y que tiene una salida en comunicación con la entrada del paso de refrigeración primario en el extremo frío;
 25 un paso de líquido de separador frío que tiene una entrada en comunicación con el separador de vapor frío (VD4) y adaptada para subenfriar la corriente de líquido de separador frío, y que tiene una salida y un paso de refrigerante a temperatura media, en donde la salida está en comunicación con el paso de refrigerante a temperatura media;
 30 un paso de líquido a alta presión (136) adaptado para recibir una corriente de líquido refrigerante de ebullición media (38) en el extremo caliente y para enfriar la corriente de líquido de refrigerante de ebullición media para formar una corriente de líquido de refrigerante subenfriado (124) y que tiene una salida en comunicación con el paso de refrigerante a temperatura media; y
 el paso de refrigerante a temperatura media adaptado para recibir y combinar la corriente de líquido de separador frío subenfriado (128) con la corriente de líquido de refrigerante subenfriado (124) para formar una
 35 corriente de refrigerante a temperatura media (148) y que tiene una salida en comunicación con la entrada del paso de refrigeración primario adaptada para recibir la corriente de refrigerante a temperatura media (148).

2. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, que comprende además un paso de preenfriamiento adaptado para recibir una corriente de líquido de refrigerante de ebullición alta (48) en el extremo caliente, para enfriar y vaporizar instantáneamente o reducir la presión de la corriente de líquido de refrigerante de ebullición alta, para formar una corriente de refrigerante a temperatura caliente (158).

3. El intercambiador de calor según la reivindicación 2 en donde el paso de preenfriamiento comprende además un paso de líquido de preenfriamiento (138) que tiene una entrada en el extremo caliente y una salida, un dispositivo de expansión (142) que tiene una entrada en comunicación con la salida del paso de líquido de preenfriamiento (138) y una salida, y un paso de refrigerante a temperatura caliente (158) que tiene una entrada en comunicación con la salida del dispositivo de expansión (142).

4. El intercambiador de calor según la reivindicación 2, en donde:

- 50 el paso de refrigeración primario (204) comprende además una entrada adaptada para recibir una corriente de refrigerante a temperatura caliente (158) entre la entrada de refrigerante a temperatura media y la salida de corriente de retorno de refrigerante; y
 el paso de preenfriamiento comprende además un paso de líquido de preenfriamiento (138) que tiene una
 55 entrada en el extremo caliente y una salida, un dispositivo de expansión (142) que tiene una entrada en comunicación con la salida del paso de líquido de preenfriamiento (138) y una salida, un paso de refrigerante a temperatura caliente (158) que tiene una entrada en comunicación con la salida del dispositivo de expansión (142) y una salida en comunicación con la entrada del paso de refrigeración primario (204) entre la entrada de refrigerante a temperatura media y la salida de corriente de retorno de refrigerante en el extremo caliente.

5. El intercambiador de calor según la reivindicación 4:

- i) en donde la corriente de retorno de refrigerante del paso de refrigeración primario 204 es una corriente de retorno de fase de vapor (202), o
 65 ii) que comprende además un colector fuera del intercambiador de calor en comunicación con la corriente de retorno de refrigerante (104A) y la corriente de retorno de refrigerante a temperatura caliente (108A), y adaptado

para combinar la corriente de retorno de refrigerante (104A) y la corriente de retorno a temperatura caliente (108A), y que tiene una salida en comunicación con un paso de retorno (102), un dispositivo de separación o una combinación de los mismos, o

iii) en donde la corriente de retorno de refrigerante (104A) y la corriente de retorno de refrigerante a temperatura caliente (108A) no están en comunicación de fluido entre sí en el extremo caliente, o

iv) que comprende además un colector fuera del intercambiador de calor en el extremo caliente y en donde la corriente de retorno de refrigerante (104A) y la corriente de retorno de refrigerante a temperatura caliente (108A) están en comunicación de fluido entre sí en el colector, o

v) que comprende además un dispositivo de separación por succión (VD1) y en donde la corriente de retorno de refrigerante (104A) y la corriente de retorno de refrigerante a temperatura caliente (108A) están en comunicación de fluido entre sí en el dispositivo de separación por succión (VD1) o en un punto entre el dispositivo de separación por succión (VD1) y el intercambiador de calor, o

vi) que comprende además un dispositivo de separación por succión (VD1) y en donde la corriente de retorno de refrigerante (104A) y la corriente de retorno de refrigerante a temperatura caliente (108A) están en comunicación de fluido entre sí para formar una corriente de vapor de refrigerante mixto de baja presión (102), que está en comunicación de fluido con el dispositivo de separación por succión (VD1).

6. El intercambiador de calor según la reivindicación 2, en donde el paso de preenfriamiento comprende además un paso de líquido de preenfriamiento (138) que tiene una entrada en el extremo caliente y una salida, un dispositivo de expansión (142) que tiene una entrada en comunicación con la salida del paso de líquido de preenfriamiento (138) y una salida, un paso de refrigerante a temperatura caliente (158) que tiene una entrada en comunicación con la salida del dispositivo de expansión (142) y una salida, y un paso de refrigeración de preenfriamiento (108) que tiene una entrada en comunicación con la salida del paso de refrigerante a temperatura caliente (158) y una salida en el extremo caliente a través de la cual sale una corriente de retorno de refrigerante a temperatura caliente de fase de vapor o mixta (108A) del paso de refrigeración de preenfriamiento.

7. El intercambiador de calor según la reivindicación 6:

i) en donde la corriente de retorno de refrigerante del paso de refrigeración primario 104 es una corriente de retorno de fase de vapor (104A), o

ii) en donde la corriente de retorno de refrigerante a temperatura caliente (108A) es una corriente de retorno de fase mixta, o

iii) en donde la corriente de retorno de refrigerante a temperatura caliente (108A) es una corriente de retorno de fase de vapor, o

iv) que comprende además un dispositivo de separación y que comprende un paso de retorno (102) que tiene una entrada en comunicación con la corriente de retorno de refrigerante (104A) y la corriente de retorno de refrigerante a temperatura caliente (108A), y adaptado para combinar la corriente de retorno de refrigerante (104A) y la corriente de retorno de refrigerante a temperatura caliente (108A) y una salida en comunicación con el dispositivo de separación.

8. El intercambiador de calor según la reivindicación 2 que comprende además uno o más de entre un dispositivo de expansión, un dispositivo de separación o una combinación de los mismos, en comunicación con la corriente de refrigerante a temperatura caliente (158) y adaptados para expandir independientemente, separar o expandir y separar la corriente.

9. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en donde el intercambiador de calor:

a) comprende un solo intercambiador de calor, uno o más intercambiadores de calor dispuestos en paralelo, o uno o más intercambiadores de calor dispuestos en serie o una combinación de los mismos; o

b) es un intercambiador de calor de tubo/carcasa, de espiral enrollada o de placas y aletas, o una combinación de dos o más de los mismos.

10. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, que comprende además uno o más de entre un dispositivo de expansión, un dispositivo de separación o una combinación de los mismos independientemente en comunicación con una o más de la corriente de refrigerante a temperatura media (148), la corriente de refrigerante a temperatura fría (122), la corriente de líquido de refrigerante subenfriado (124), la corriente de líquido de separador frío subenfriado (128) o una combinación de las mismas, y adaptados para expandir independientemente, separar o expandir y separar una o más de las corrientes.

11. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, que está adaptado para:

a) funcionar con o sin bombeo de refrigerante líquido; o

b) funcionar sin bombeo de líquido; o

c) funcionar utilizando compresión de vapor; o

d) funcionar a, por debajo del o por encima del punto de rocío del refrigerante mixto en el paso de refrigerante de retorno (102).

12. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en donde el refrigerante mixto incluye dos o más de metano, etano, etileno, propano, propileno, butano, N-butano, isobutano, butileno, N-pentano, isopentano y una combinación de los mismos.

5

13. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, que comprende además:

10

a) uno o más de un tratamiento externo, un pretratamiento, un postratamiento, un tratamiento integrado o una combinación de los mismos independientemente en comunicación con el paso de enfriamiento de fluido de alimentación y adaptado para tratar el fluido de alimentación, el fluido de producto o ambos, opcionalmente en donde cada uno del tratamiento externo, del pretratamiento y del postratamiento puede incluir independientemente desulfuración, deshidratación, eliminación de CO₂, eliminación de uno o más líquidos de gas natural (GNL), eliminación de uno o más componentes de congelación, eliminación de etano, eliminación de una o más olefinas, eliminación de uno o más hidrocarburos C₆, eliminación de uno o más hidrocarburos C₆₊, eliminación de N₂ del producto; o

15

b) uno o más pretratamientos que incluyen uno o más de desulfuración, deshidratación, eliminación de CO₂, eliminación de uno o más líquidos de gas natural (GNL) o una combinación de los mismos, en comunicación con el paso de enfriamiento de fluido de alimentación y adaptados para tratar el fluido de alimentación, el fluido de producto o ambos; o

20

c) uno o más tratamientos externos que incluyen uno o más de eliminación de uno o más líquidos de gas natural (GNL), eliminación de uno o más componentes de congelación, eliminación de etano, eliminación de una o más olefinas, eliminación de uno o más hidrocarburos C₆, eliminación de uno o más hidrocarburos C₆₊, en comunicación con el paso de enfriamiento de fluido de alimentación y adaptados para tratar el fluido de alimentación, el fluido de producto o ambos; o

25

d) uno o más postratamientos, que incluyen la eliminación de N₂ del producto en comunicación con el paso de enfriamiento de fluido de alimentación y adaptados para tratar el fluido de alimentación, el fluido de producto o ambos.

30

14. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, que es un intercambiador de calor de placas y aletas.

15. Un método para enfriar un fluido de alimentación en un intercambiador de calor, que comprende:

35

separar una corriente de refrigerante mixto a alta presión, comprendiendo dicha corriente dos o más hidrocarburos C₁-C₅ y opcionalmente N₂, para formar una corriente de vapor a alta presión y una corriente de líquido de refrigerante de ebullición media;

enfriar el vapor a alta presión en el intercambiador de calor, para formar una corriente de fase mixta;

separar la corriente de fase mixta con un separador de vapor frío (VD4), para formar una corriente de vapor de separador frío y una corriente de líquido de separador frío;

40

condensar la corriente de vapor de separador frío en el intercambiador de calor y vaporización instantánea, para formar una corriente de refrigerante a temperatura fría;

calentar la corriente de refrigerante a temperatura fría en el intercambiador de calor para formar una corriente de fase mixta de baja presión; enfriar el líquido de refrigerante de ebullición media en el intercambiador de calor, para formar una corriente de líquido de refrigerante subenfriado de ebullición media;

45

subenfriar la corriente de líquido de separador frío en el intercambiador de calor para formar una corriente de líquido de separador frío subenfriado y combinar la corriente de líquido de separador frío subenfriado con la corriente de líquido de refrigerante subenfriado de ebullición media, para formar una corriente de refrigerante a temperatura media;

50

combinar el refrigerante de temperatura media y la corriente de fase mixta de baja presión, y calentarlo en el intercambiador de calor, para formar una corriente de retorno de refrigerante de vapor que comprende los hidrocarburos y N₂ opcional; y

poner en contacto térmicamente el fluido de alimentación en el intercambiador de calor, para formar un fluido de alimentación enfriado.

Figura 1

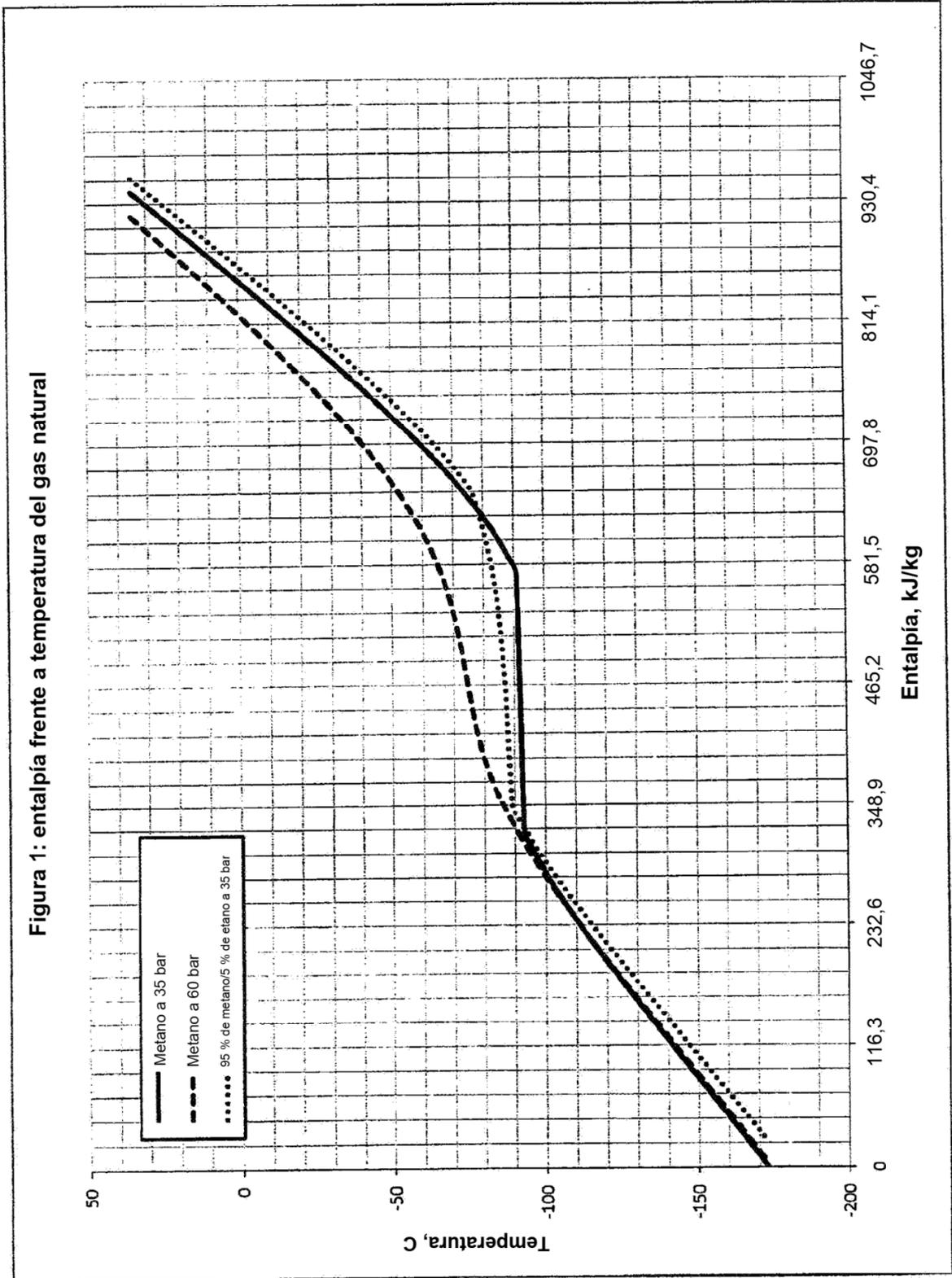


Fig 2

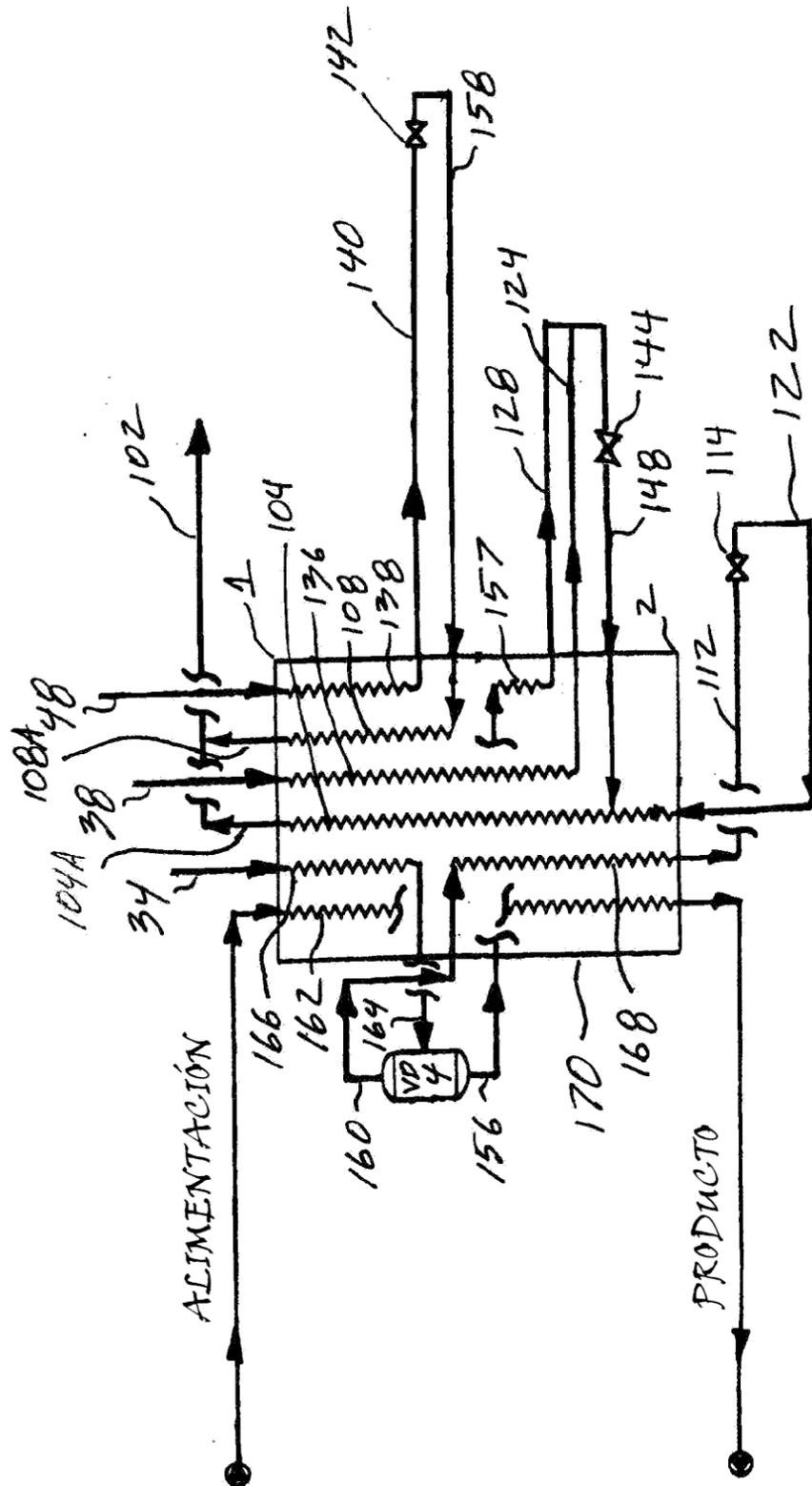


Fig 4

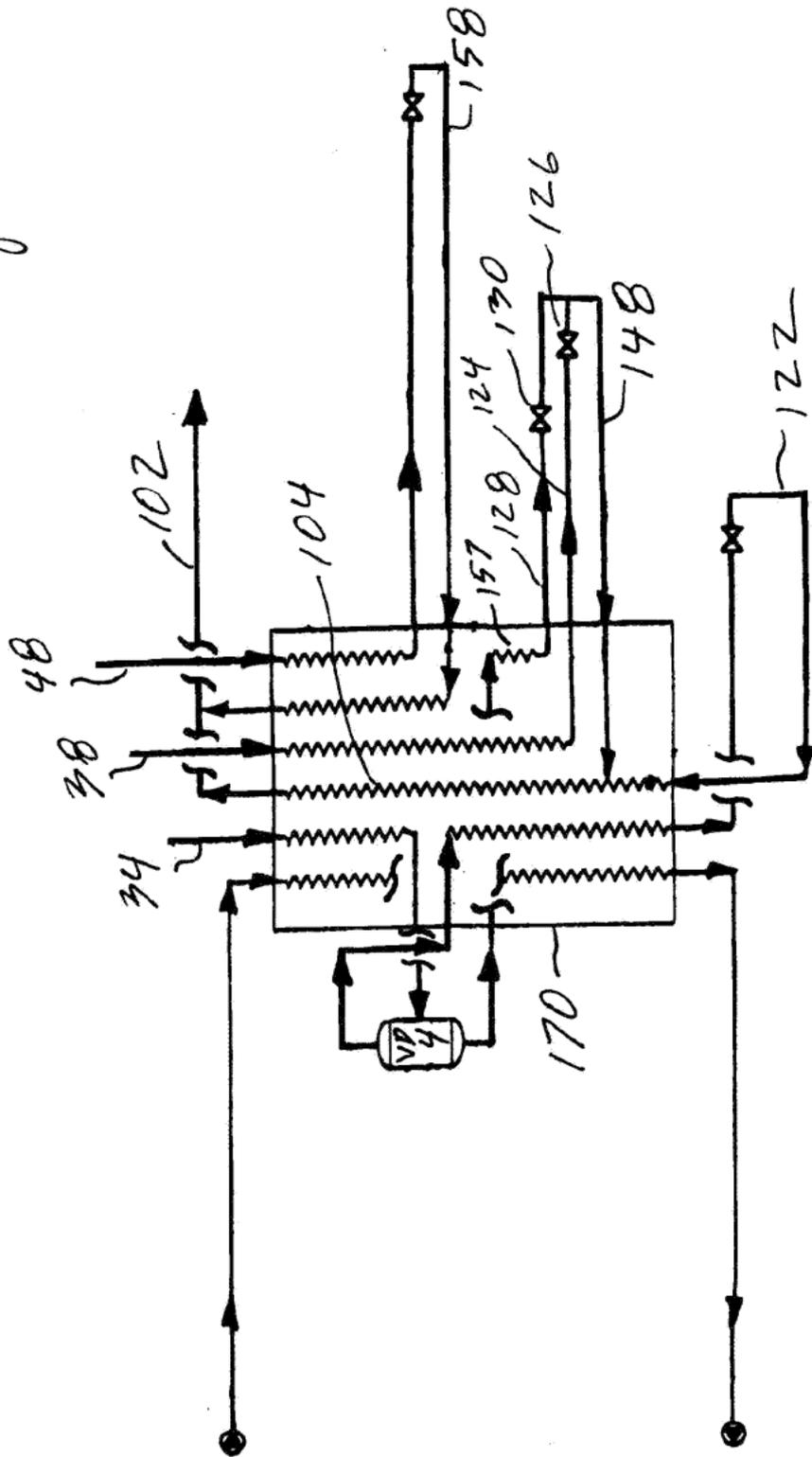


Fig 5

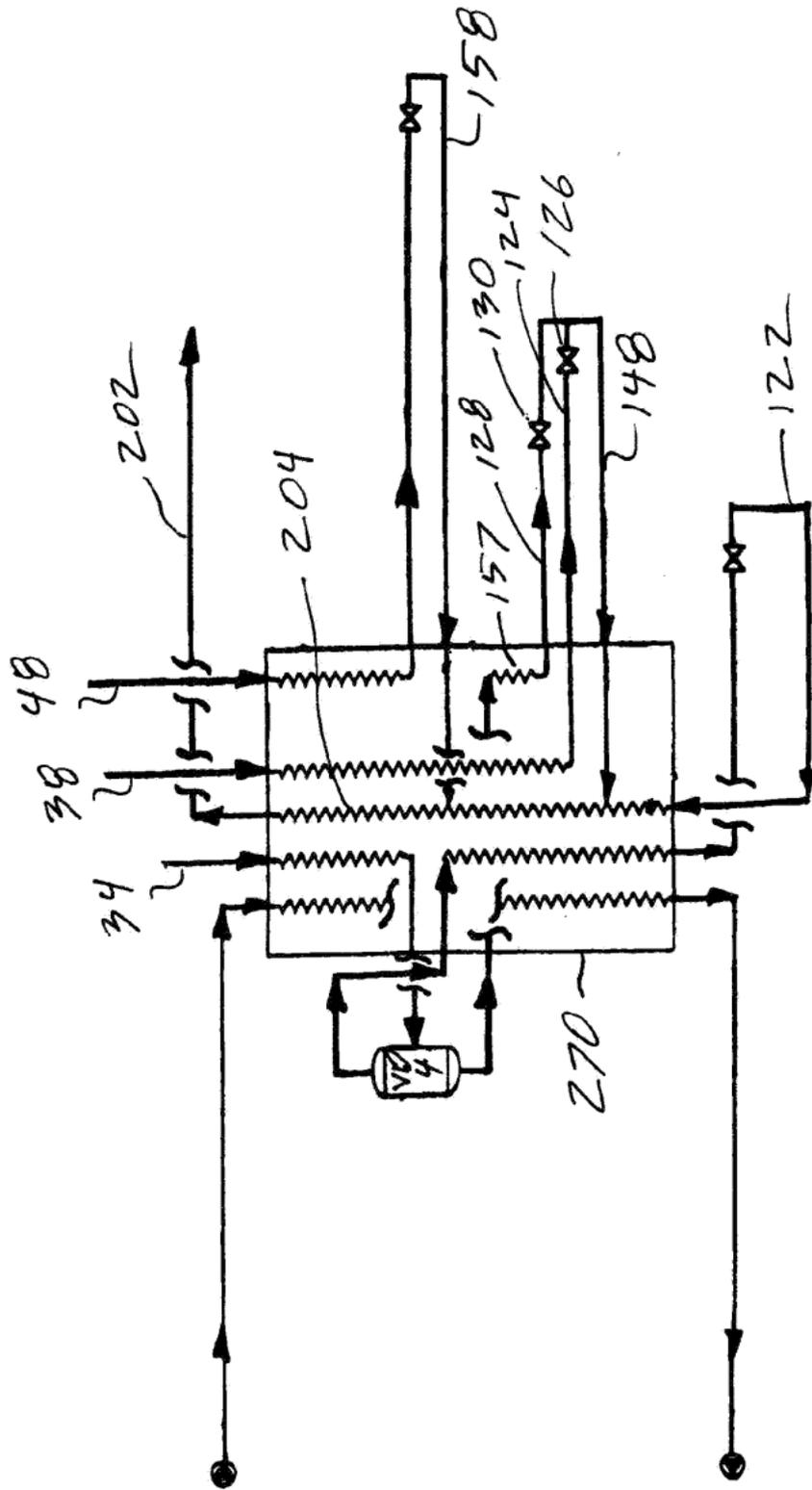
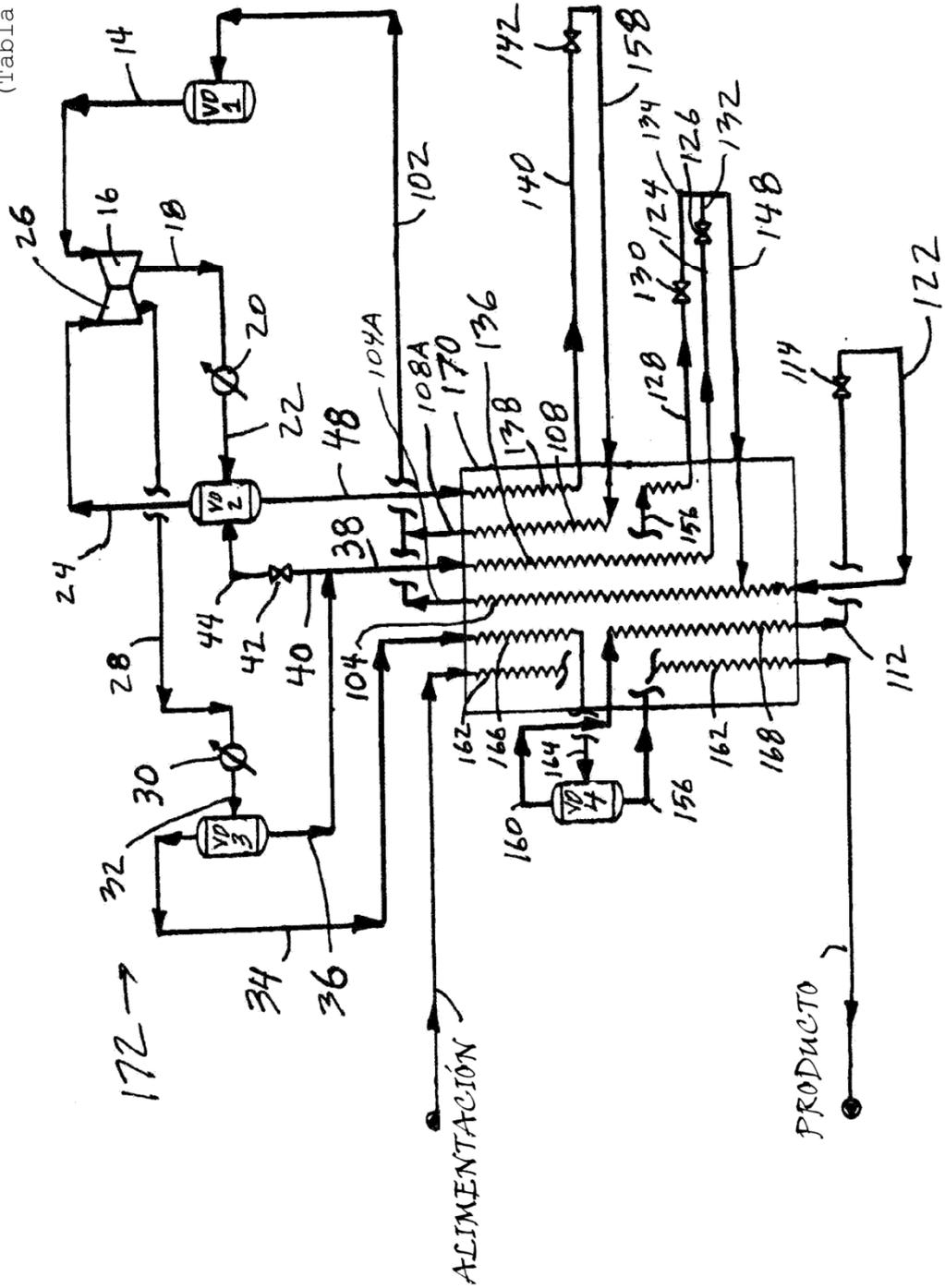


Figura 6
(Tabla de corriente 1)



7
 Figura
 (Tabla de corriente 2)

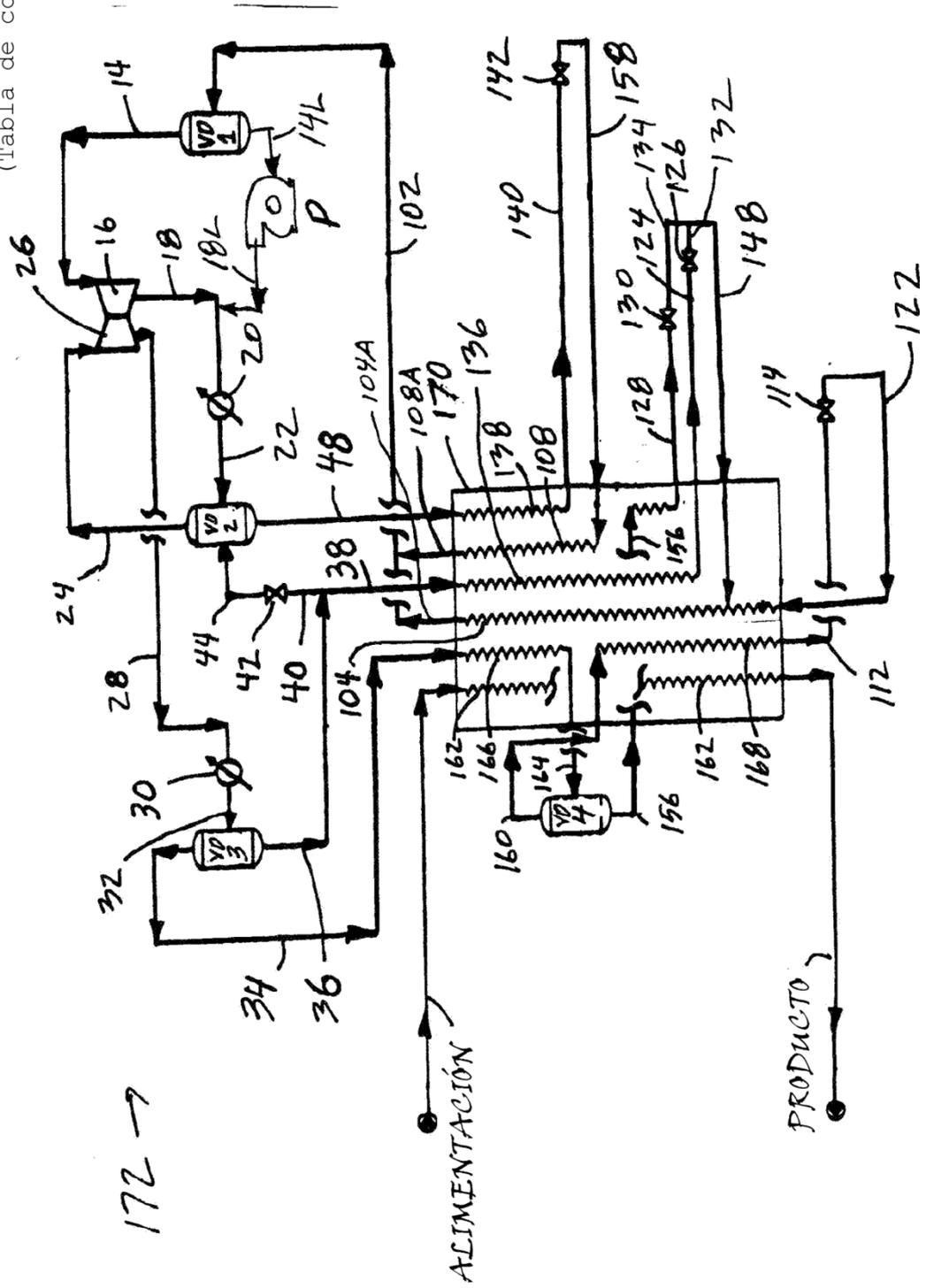


Fig 10

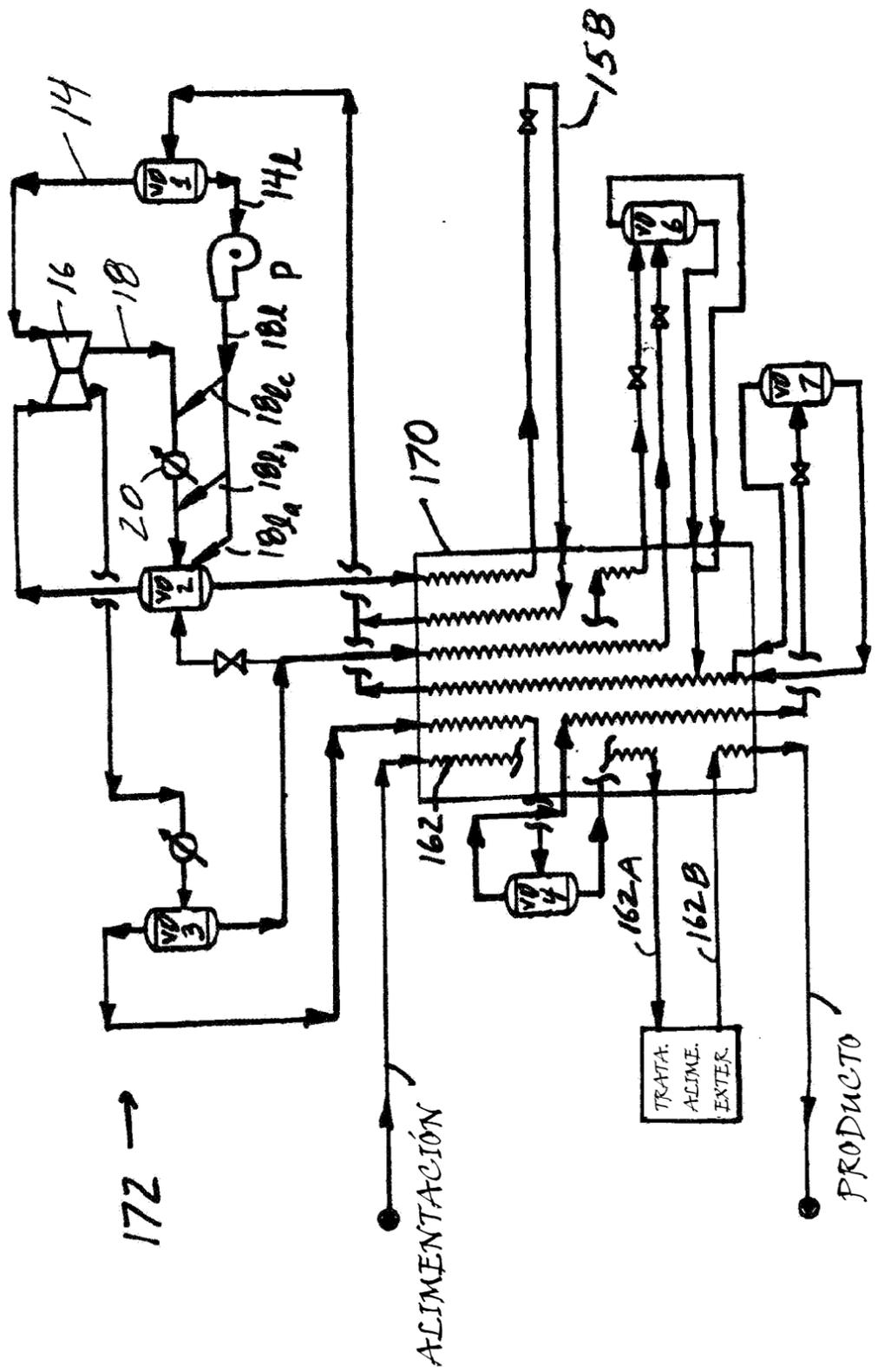


Fig 11

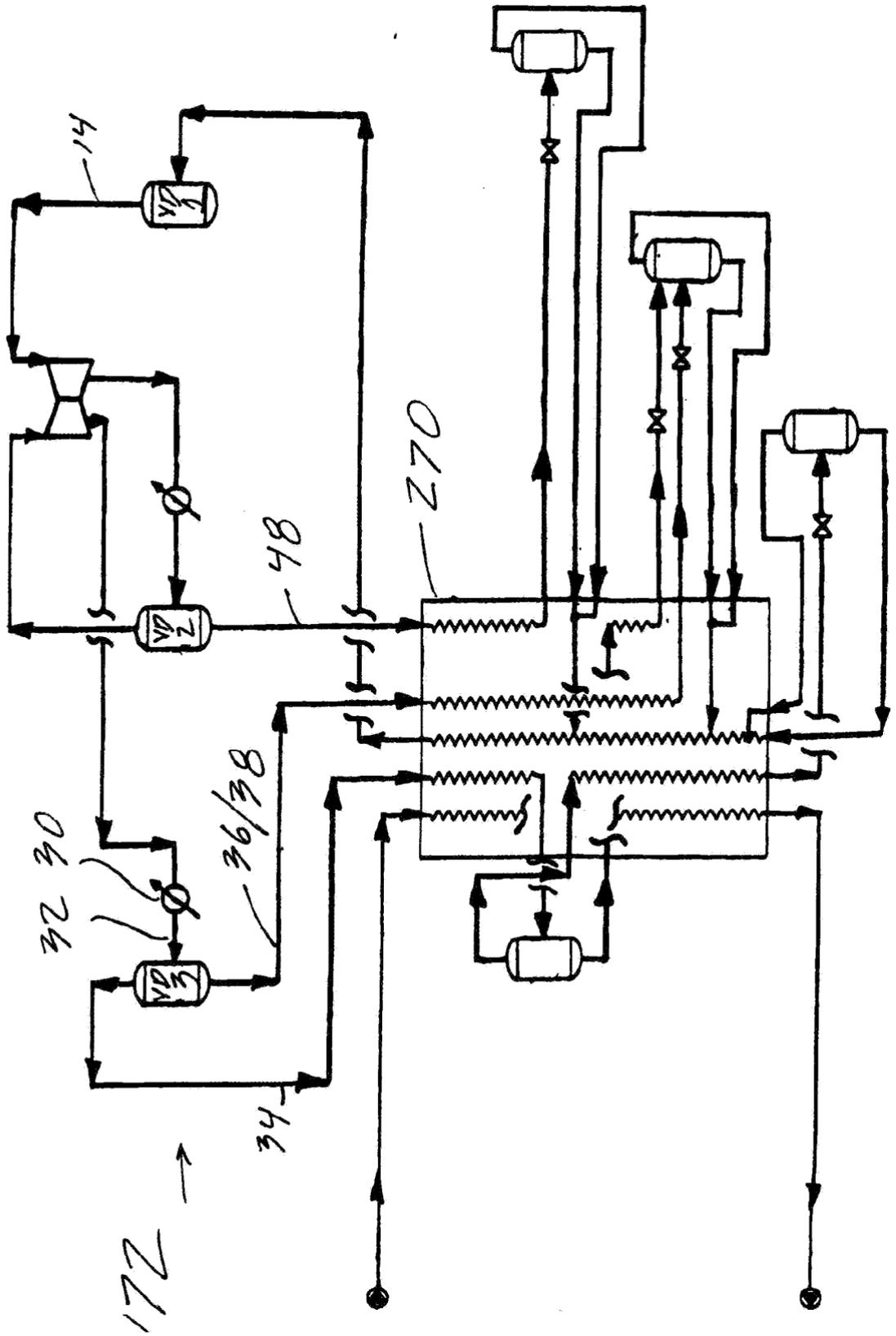


Fig 12

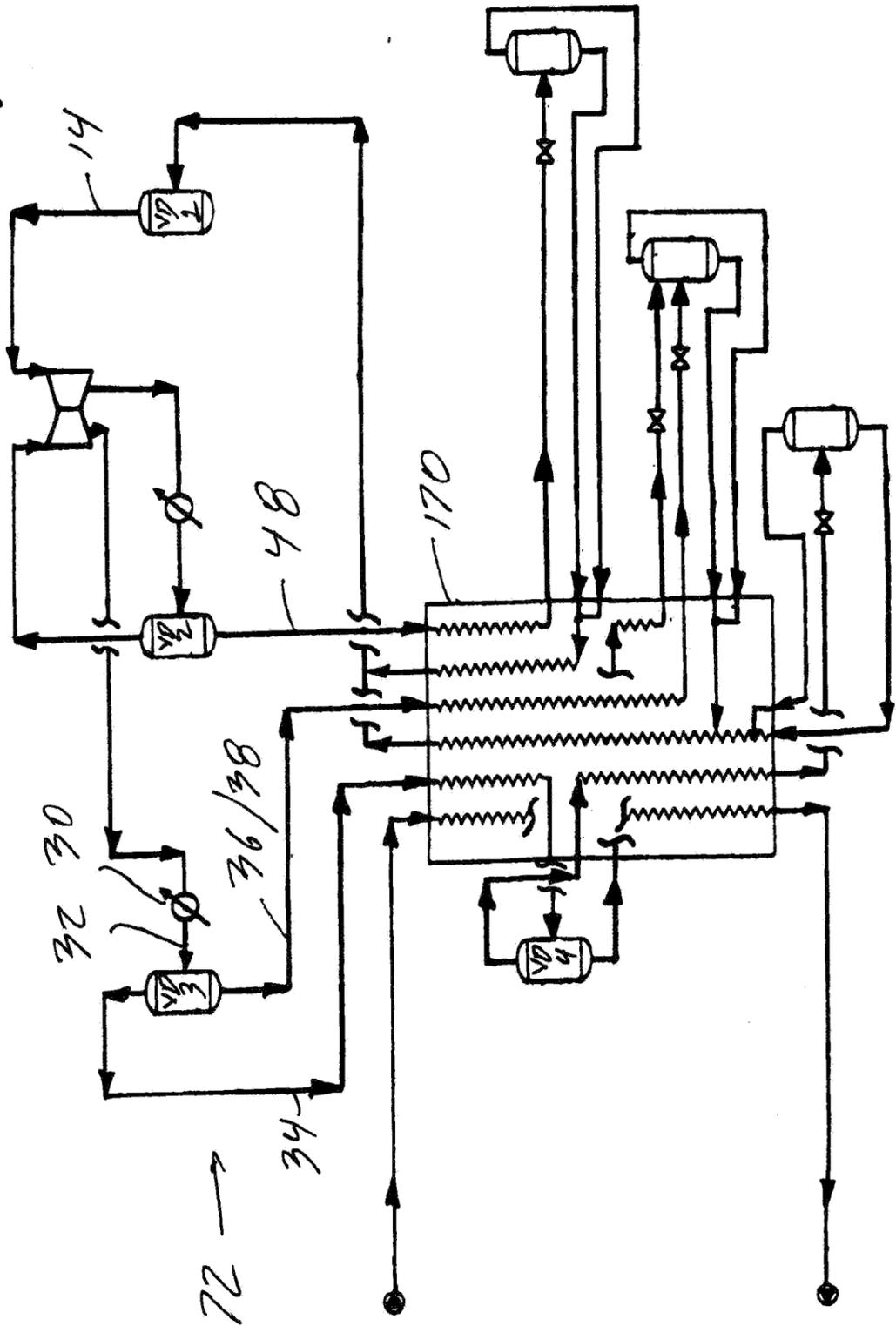


Tabla 1

Nombre de corriente		ALIMENTAC.	PRODUCTO	14	18	22	24
Descripción de corriente		Gas de alimentación	GNL	Entrada de 1ª etapa	Descarga de 1ª etapa	Entrada tambor entre etapas	Entrada de 2ª etapa
Fase		Vapor	Líquida	Vapor	Vapor	Mixta	Vapor
Temperatura	C	34,59	-163,00	9,38	80,42	35,00	34,77
Presión	BAR	54,01	53,61	4,40	16,99	16,51	16,51
Caudal	KG-MOL/HR	1.003,3	1.003,3	3.429,2	3.429,2	3.429,2	2.913,2
Gasto másico total	KG/HR	16.356,5	16.356,5	124.209,4	124.209,4	124.209,4	96.868,1
Peso molecular total		16,30	16,30	36,22	36,22	36,22	33,25
Composición	% en moles						
N2		1,00	1,00	6,31	6,31	6,31	7,38
METANO		98,00	98,00	19,32	19,32	19,32	22,41
C2H4		0,00	0,00	33,83	33,83	33,83	38,49
ETANO		1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C3		0,00	0,00	12,14	12,14	12,14	11,74
BUTANO		0,00	0,00	28,41	28,41	28,41	19,98
Intervalos altos/bajos							
Temperatura alta	C	50,00	-140,00	50,00		50,00	
Temperatura baja	C	-40,00	-165,00	-60,00		-40,00	
Presión alta	BAR	72,00	72,00	12,00		25,00	
Presión baja	BAR	20,00	20,00	2,00		8,00	

Tabla 1 (continuación)

Nombre de corriente		28	32	34	36	38
Descripción de corriente		Descarga de 2ª etapa	Entrada de acumulador	Vapor de acumulador	Líquido de acumulador	Entrada de refrigerante de ebullición media
Fase		Vapor	Mixta	Vapor	Líquida	Líquida
Temperatura	C	68,16	35,00	35,00	35,00	35,00
Presión	BAR	27,88	27,40	27,40	27,40	27,40
Caudal	KG-MOL/HR	2.913,2	2.913,2	2.474,4	438,8	351,0
Gasto másico total	KG/HR	96.868,1	96.868,1	75.527,5	21.340,6	17.072,5
Peso molecular total		33,25	33,25	30,52	48,64	48,64
Composición	% en moles					
N2		7,38	7,38	8,58	0,60	0,60
METANO		22,41	22,41	25,60	4,42	4,42
C2H4		38,49	38,49	42,49	15,94	15,94
ETANO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C3		11,74	11,74	10,47	18,92	18,92
BUTANO		19,98	19,98	12,86	60,12	60,12
Intervalos altos/bajos						
Temperatura alta	C	130,00	50,00			
Temperatura baja	C	40,00	-40,00			
Presión alta	BAR	72,00	72,00			
Presión baja	BAR	22,00	22,00			

Tabla 1 (continuación)

Nombre de corriente		40	48	104 A	108A	112
Descripción de corriente		Retorno	Entrada de refrigerante de ebullición alta	Salida de vapor de RM de baja presión	Salida de refrigerante de ebullición alta de baja presión	Vapor de separador frío subenfriado
Fase		Líquida	Líquida	Vapor	Mixta	Líquida
Temperatura	C	35,00	34,77	31,88	31,88	-163,00
Presión	BAR	27,40	16,51	4,50	4,50	27,20
Caudal	KG-MOL/HR	87,8	603,8	2.825,4	603,8	998,7
Gasto másico total	KG/HR	4.268,1	31.609,3	92.600,0	31.609,4	23.176,3
Peso molecular total		48,64	52,35	32,77	52,35	23,21
Composición	% en moles					
N2		0,60	0,28	7,59	0,28	18,95
METANO		4,42	2,26	22,96	2,26	43,53
C2H4		15,94	8,72	39,19	8,72	35,60
ETANO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C3		18,92	15,05	11,52	15,05	1,35
BUTANO		60,12	73,68	18,73	73,68	0,57
Intervalos altos/bajos						
Temperatura alta	C					-140,00
Temperatura baja	C					-170,00
Presión alta	BAR					72,00
Presión baja	BAR					22,00

Tabla 1 (continuación)

Nombre de corriente		122	124	128	132	140
Descripción de corriente		Entrada de RM de baja presión	Refrigerante de ebullición media subenfriado	Líquido de separador frío subenfriado	Entrada de refrigerante de ebullición media de baja presión	Refrigerante de ebullición alta subenfriado
Fase		Mixta	Líquida	Líquida	Líquida	Líquida
Temperatura	C	-166,52	-95,00	-91,58	-93,97	-65,00
Presión	BAR	4,80	27,20	27,20	4,70	16,31
Caudal	KG-MOL/HR	998,7	351,0	1.475,7	351,0	603,8
Gasto másico total	KG/HR	23.176,3	17.072,5	52.351,2	17.072,5	31.609,4
Peso molecular total		23,21	48,64	35,47	48,64	52,35
Composición	% en moles					
N2		18,95	0,60	1,57	0,60	0,28
METANO		43,53	4,42	13,46	4,42	2,26
C2H4		35,60	15,94	47,15	15,94	8,72
ETANO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C3		1,35	18,92	16,64	18,92	15,05
BUTANO		0,57	60,12	21,18	60,12	73,68
Intervalos altos/bajos						
Temperatura alta	C	-145,00	-50,00	-50,00	-55,00	-20,00
Temperatura baja	C	-175,00	-135,00	-135,00	-140,00	-90,00
Presión alta	BAR	12,00	72,00	72,00	12,00	25,00
Presión baja	BAR	2,00	22,00	22,00	2,00	8,00

Tabla 1 (continuación)

Nombre de corriente		158	156	160	164
Descripción de corriente		Entrada de refrigerante de ebullición alta de baja presión	Líquido de separador frío	Vapor de separador frío	Alimentación de separador frío
Fase		Líquida	Líquida	vapor	Mixta
Temperatura	C	-64,49	-39,00	-39,00	-39,00
Presión	BAR	4,70	27,20	27,20	27,20
Caudal	KG-MOL/HR	603,8	1.475,7	998,7	2.474,4
Gasto másico total	KG/HR	31.609,4	52.351,2	23.176,3	75.527,5
Peso molecular total		52,35	35,47	23,21	30,52
Composición	% en moles				
N2		0,28	1,57	18,95	8,58
METANO		2,26	13,46	43,53	25,60
C2H4		8,72	47,15	35,60	42,49
ETANO		0,00	0,00	0,00	0,00
C3		15,05	16,64	1,35	10,47
BUTANO		73,68	21,18	0,57	12,86
Intervalos altos/bajos					
Temperatura alta	C	-25,00			-20,00
Temperatura baja	C	-95,00			-80,00
Presión alta	BAR	12,00			72,00
Presión baja	BAR	2,00			22,00

Tabla 2

Nombre de corriente		ALIMENTAC.	PRODUCTO	14	14L	18	18L
Descripción de corriente		Gas de alimentación	GNL	Entrada de 1ª etapa	Entrada bomba de RM	Descarga de 1ª etapa	Descarga bomba de RM
Fase		Vapor	Líquida	Vapor	Líquida	Vapor	Líquida
Temperatura	C	34,59	-163,00	8,00	7,12	78,07	8,10
Presión	BAR	54,01	53,61	4,40	4,40	16,99	16,99
Caudal	KG-MOL/HR	1.003,3	1.003,3	3.503,5	59,4	3.503,5	59,4
Gasto másico total	KG/HR	16.356,5	16.356,5	128.829,6	3.313,3	128.829,6	3.313,3
Peso molecular total		16,30	16,30	36,77	55,79	36,77	55,79
Composición	% en moles						
N2		1,00	1,00	6,17	0,00	6,17	0,00
METANO		98,00	98,00	18,83	0,01	18,83	0,01
C2H4		0,00	0,00	32,96	0,03	32,96	0,03
ETANO		1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C3		0,00	0,00	11,83	0,09	11,83	0,09
BUTANO		0,00	0,00	30,21	0,88	30,21	0,88
Intervalos altos/bajos							
Temperatura alta	C	50,00	-140,00	50,00	50,00		
Temperatura baja	C	-40,00	-165,00	-60,00	-60,00		
Presión alta	BAR	72,00	72,00	12,00	12,00		
Presión baja	BAR	20,00	20,00	2,00	2,00		

Tabla 2 (continuación)

Nombre de corriente		22	24	28	32	34
Descripción de corriente		Entrada tambor entre etapas	Entrada de 2ª etapa	Descarga de 2ª etapa	Entrada de acumulador	Vapor de acumulador
Fase		Mixta	Vapor	Vapor	Mixta	Vapor
Temperatura	C	35,00	34,79	68,20	35,00	35,00
Presión	BAR	16,51	16,51	27,88	27,40	27,40
Caudal	KG-MOL/HR	3.503,5	2.870,5	2.870,5	2.870,5	2.442,0
Gasto másico total	KG/HR	128.829,6	95.329,7	95.329,7	95.329,7	74.449,1
Peso molecular total		36,77	33,21	33,21	33,21	30,49
Composición	% en moles					
N2		6,17	7,48	7,48	7,48	8,68
METANO		18,83	22,54	22,54	22,54	25,72
C2H4		32,96	38,53	38,53	38,53	42,50
ETANO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C3		11,83	11,35	11,35	11,35	10,13
BUTANO		30,21	20,11	20,11	20,11	12,97
Intervalos altos/bajos						
Temperatura alta	C	50,00		130,00	50,00	
Temperatura baja	C	-40,00		40,00	-40,00	
Presión alta	BAR	25,00		72,00	72,00	
Presión baja	BAR	8,00		22,00	22,00	

Tabla 2 (continuación)

Nombre de corriente		36	38	40	48	104A
Descripción de corriente		Líquido de acumulador	Entrada de refrigerante de ebullición media	Retorno	Entrada de refrigerante de ebullición alta	Salida de vapor de RM de baja presión
Fase		Líquida	Líquida	Líquida	Líquida	Vapor
Temperatura	C	35,00	35,00	35,00	34,79	31,01
Presión	BAR	27,40	27,40	27,40	16,51	4,50
Caudal	KG-MOL/HR	428,5	342,8	85,7	718,7	2.784,8
Gasto másico total	KG/HR	20.880,6	16.704,5	4.176,1	37.676,0	91.153,6
Peso molecular total		48,73	48,73	48,73	52,42	32,73
Composición	% en moles					
N2		0,60	0,60	0,60	0,28	7,69
METANO		4,43	4,43	4,43	2,27	23,10
C2H4		15,89	15,89	15,89	8,71	39,22
ETANO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C3		18,31	18,31	18,31	14,54	11,13
BUTANO		60,77	60,77	60,77	74,19	18,86
Intervalos altos/bajos						
Temperatura alta	C					
Temperatura baja	C					
Presión alta	BAR					
Presión baja	BAR					

Tabla 2 (continuación)

Nombre de corriente		108A	112	122	124	128
Descripción de corriente		Salida de refrigerante de ebullición alta de presión baja	Vapor de separador frío subenfriado	Entrada de RM de presión baja	Refrigerante de ebullición media subenfriado	Líquido de separador frío subenfriado
Fase		Mixta	Líquida	Mixta	Líquida	Líquida
Temperatura	C	31,01	-163,00	-166,52	-95,00	-91,72
Presión	BAR	4,50	27,20	4,80	27,20	27,20
Caudal	KG-MOL/HR	718,7	999,6	999,6	342,8	1.442,5
Gasto másico total	KG/HR	37.676,0	23.204,5	23.204,5	16.704,5	51.244,6
Peso molecular total		52,42	23,21	23,21	48,73	35,53
Composición	% en moles					
N2		0,28	18,94	18,94	0,60	1,57
METANO		2,27	43,44	43,44	4,43	13,44
C2H4		8,71	35,72	35,72	15,89	47,20
ETANO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C3		14,54	1,32	1,32	18,31	16,23
BUTANO		74,19	0,58	0,58	60,77	21,56
Intervalos altos/bajos						
Temperatura alta	C		-140,00	-145,00	-50,00	-50,00
Temperatura baja	C		-170,00	-175,00	-135,00	-135,00
Presión alta	BAR		72,00	12,00	72,00	72,00
Presión baja	BAR		22,00	2,00	22,00	22,00

Tabla 2 (continuación)

Nombre de corriente		132	140	158	156	160
Descripción de corriente		Entrada de refrigerante de ebullición media de baja presión	Refrigerante de ebullición alta subenfriado	Entrada de refrigerante de ebullición alta de presión baja	Líquido de separador frío	Vapor de separador frío
Fase		Líquida	Líquida	Líquida	Líquida	Vapor
Temperatura	C	-93,97	-65,00	-64,49	-39,00	-39,00
Presión	BAR	4,70	16,31	4,70	27,20	27,20
Caudal	KG-MOL/HR	342,8	718,7	718,7	1.442,5	999,6
Gasto másico total	KG/HR	16.704,5	37.676,0	37.676,0	51.244,6	23.204,5
Peso molecular total		48,73	52,42	52,42	35,53	23,21
Composición	% en moles					
N2		0,60	0,28	0,28	1,57	18,94
METANO		4,43	2,27	2,27	13,44	43,44
C2H4		15,89	8,71	8,71	47,20	35,72
ETANO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C3		18,31	14,54	14,54	16,23	1,32
BUTANO		60,77	74,19	74,19	21,56	0,58
Intervalos altos/bajos						
Temperatura alta	C	-55,00	-20,00	-25,00		
Temperatura baja	C	-140,00	-90,00	-95,00		
Presión alta	BAR	12,00	25,00	12,00		
Presión baja	BAR	2,00	8,00	2,00		

Tabla 2 (continuación)

Nombre de corriente		164
Descripción de corriente		Alimentación de separador frío
Fase		Mixta
Temperatura	C	-39,00
Presión	BAR	27,20
Caudal	KG-MOL/HR	2.442,0
Gasto másico total	KG/HR	74.449,1
Peso molecular total		30,49
Composición	% en moles	
N2		8,68
METANO		25,72
C2H4		42,50
ETANO		0,00
C3		10,13
BUTANO		12,97
Intervalos altos/bajos		
Temperatura alta	C	-20,00
Temperatura baja	C	-80,00
Presión alta	BAR	72,00
Presión baja	BAR	22,00