

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 130**

51 Int. Cl.:

**F25J 3/02** (2006.01)

**C09K 5/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.08.2008 PCT/US2008/009418**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.02.2010 WO10016815**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.08.2008 E 08795049 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2326899**

54 Título: **Método de refrigeración que utiliza un sistema de refrigeración binario extendido**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.09.2017**

73 Titular/es:  
**LUMMUS TECHNOLOGY INC. (100.0%)**  
**1515 Broad Street**  
**Bloomfield NJ 07003-3096, US**

72 Inventor/es:  
**SUMNER, CHARLES**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 632 130 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

Método de refrigeración que utiliza un sistema de refrigeración binario extendido

### Antecedentes

Las realizaciones descritas en este documento pertenecen a sistemas de refrigeración y métodos de refrigeración.

5 Las plantas de etileno requieren refrigeración para separar los productos deseados del efluente del calentador de craqueo. Típicamente, se utilizan sistemas de refrigeración separados de propileno y etileno. A menudo, particularmente en sistemas que utilizan desmetanizadores de baja presión donde se requieren temperaturas más bajas, también se emplea un sistema de refrigeración de metano separado. Por lo tanto, se requieren tres sistemas de refrigeración separados, que van desde la temperatura más baja a la más alta. Se utilizan tres sistemas de  
10 compresores y accionadores con tambores de succión, intercambiadores separados, tuberías, etc.

Se conocen sistemas de refrigerantes mixtos. En estos sistemas, se utilizan múltiples refrigerantes en un solo sistema de refrigeración para proporcionar refrigeración que abarca una gama más amplia de temperaturas, permitiendo que un sistema de refrigeración mixto reemplace múltiples sistemas de refrigeración en cascada de componentes puros. Estos sistemas se caracterizan por mezclas de componentes con números de carbonos  
15 secuenciales. Estos sistemas de refrigeración mixtos han encontrado un uso generalizado en plantas de gas natural de carga base líquida.

La aplicación de un sistema de refrigeración mixto binario al diseño de la planta de etileno se describe en la patente de EE.UU. 5.979.177 en la que el refrigerante es una mezcla de metano (número de carbonos 1) y etileno o etano (número de carbonos 2). Un sistema de refrigeración binario normalmente funciona con una composición fija en  
20 condiciones de temperatura y presión dadas. Sin embargo, dicho sistema de refrigeración binario está limitado en el intervalo de temperatura en el cual el sistema puede ser operado y por lo tanto debe ser conectado en cascada contra un sistema de refrigeración de propileno separado que proporciona la refrigeración en el intervalo de temperatura de -40°C y más caliente. Por lo tanto, se requieren dos sistemas de refrigeración separados.

La patente de EE.UU. 6.637.237 muestra el uso de un único sistema de refrigeración para todos los requisitos de refrigeración de una planta de etileno. El refrigerante usado es una mezcla de metano, etileno y propileno (número de carbonos 1, 2 y 3). El sistema es capaz de suministrar refrigeración a niveles de temperatura desde -140°C hasta  
25 niveles cercanos a la temperatura ambiente.

La patente de EE.UU. 6.705.113 muestra el uso de un único sistema de refrigeración, de nuevo con tres componentes, que utiliza una configuración de proceso diferente a la patente de EE.UU. 6.637.237. Sin embargo, tanto la patente de EE.UU. 6.637.237 como la patente de EE.UU. 6.705.113 requieren tres componentes para  
30 suministrar las funciones de refrigeración requeridas a los niveles de temperatura requeridos. El uso de tres componentes significa que la composición a cualquier temperatura y presión del sistema dado no corresponde a una composición única sino a una gama de composiciones. De este modo, la composición de la mezcla refrigerante en cualquier punto dado del sistema puede variar. Aunque esta variación es pequeña y no perjudica apreciablemente el rendimiento del sistema de refrigeración, puede ser preferible operar un sistema que no tenga variación de  
35 composición de refrigerante a una temperatura y presión dada para ajustarse más fácilmente a cambios en las condiciones de operación de la planta de etileno.

### Compendio

Es un objeto de las realizaciones descritas en la presente memoria proporcionar un sistema de refrigeración único, simplificado, que utiliza una mezcla de metano con un hidrocarburo C3 como refrigerante binario. Dado que este sistema binario no es una mezcla de hidrocarburos de números de carbonos continuos, sino que sólo tiene componentes de hidrocarburos C1 y C3, este sistema se denomina refrigerante binario extendido. Este sistema binario extendido puede usarse para reemplazar los sistemas de refrigeración separados de propileno, etileno y metano asociados con un proceso de recuperación que usa un desmetanizador de baja presión o los sistemas de  
40 refrigeración binarios o terciarios que utilizan hidrocarburos con números de carbonos consecutivos. Un uso para el sistema es en una planta de olefinas.

Una realización es un método de enfriamiento que comprende enfriar un gas de carga usando un refrigerante binario extendido que contiene una mezcla de 10-40% en moles de metano, 60-90% en moles de un hidrocarburo C3 seleccionado del grupo que consiste en propileno y propano y no más del 2% en moles de hidrógeno, el porcentaje molar total de metano, hidrocarburo C3 e hidrógeno es del 100%, estando comprimido el refrigerante binario extendido en un compresor multietapa que tiene una primera etapa y una última etapa para proporcionar una corriente de descarga de la última etapa que contiene al menos 60% en moles del hidrocarburo C3, y se divide en una corriente de refrigerante líquido y una corriente de refrigerante gaseosa después de la compresión.

El hidrocarburo C3 preferiblemente es propileno. La corriente de descarga de la última etapa contiene típicamente al menos 70% en moles de propileno y en ocasiones al menos 75% en moles de propileno. En algunos casos, la  
55

corriente de descarga de la última etapa contiene 10-40% en moles de metano y 60-90% en moles de hidrocarburo C3.

5 A menudo, al menos el 90% en peso del hidrocarburo C3 es propileno, siendo el resto propano. Típicamente, el refrigerante binario extendido contiene 15-25% en moles de metano y 75-85% en moles de propileno, y a veces 18-22% en moles de metano y 78-82% en moles de propileno. En muchos casos, el gas de carga contiene una olefina y el método comprende separar la olefina del gas de carga enfriado mediante fraccionamiento.

10 Una realización adicional del método de enfriamiento comprende: (a) enfriar la corriente de descarga de la última etapa para condensar una parte de la misma, dividir la corriente de descarga de la última etapa enfriada proporcionando una corriente de refrigerante binario rica en metano en forma de vapor como corriente de refrigerante gaseosa y una corriente de refrigerante binario rica en hidrocarburos líquidos C3 como corriente de refrigerante líquida (b) emplear la corriente de refrigerante binario rica en metano en forma de vapor y la corriente de refrigerante binario rica en hidrocarburos líquidos C3 para efectuar el enfriamiento, y (c) devolver la corriente de refrigerante binario rica en metano en forma de vapor y la corriente líquida de refrigerante binario rica en hidrocarburos C3 al compresor.

15 A veces, en (c), la corriente de refrigerante binario rica en metano y la corriente de refrigerante binario rica en hidrocarburos C3 enfrían un gas de carga que comprende hidrógeno, metano y etileno. El gas de carga se usa típicamente para producir etileno.

20 Aún otra realización es un método para ser utilizado en la producción de olefinas que comprende el método de enfriamiento, en donde (a) el gas de carga se enfría por un sistema de refrigeración que tiene una serie de intercambiadores de calor; (b) la corriente de refrigerante binario rico en hidrocarburos C3 líquida se separa de la corriente de refrigerante binario rica en metano en forma de vapor en un separador; (c) al menos una porción de la corriente de refrigerante binario rica en metano en forma de vapor procedente del separador se condensa por enfriamiento para formar una corriente de refrigerante ligero condensado; (d) la corriente de refrigerante binario rica en hidrocarburos C3 líquida y la corriente de refrigerante ligero condensado se ponen en contacto de intercambio de calor entre sí y entre sí y con el gas de carga en la serie de intercambiadores de calor por lo que el gas de carga se enfría, la corriente de refrigerante binario rica en hidrocarburos líquida se enfría y luego se calienta y se vaporiza, y la corriente de refrigerante binario rico en metano en forma de vapor se enfría primero y al menos parcialmente se condensa y luego se vaporiza; y (e) se devuelve al compresor la corriente de refrigerante ligero condensado y la corriente de refrigerante binario rico en hidrocarburos C3 líquida.

30 Una parte de la corriente de refrigerante binario rico en hidrocarburos C3 líquida obtenida en (b) se usa preferiblemente para enfriar para condensar al menos una porción de dicha corriente de descarga de la última etapa. La corriente de refrigerante ligero condensado puede condensarse parcialmente mediante la corriente líquida de refrigerante binario rico en hidrocarburos C3 y condensarse adicionalmente mediante autorrefrigeración. En algunos casos, el compresor incluye una etapa intermedia. El método a veces incluye adicionalmente el uso de la corriente líquida de refrigerante binario rico en hidrocarburos C3 para enfriar al menos uno de un fraccionador de etileno, un condensador desetanizador y un condensador de despropanizador.

40 La composición de propileno en la corriente de descarga de la última etapa del compresor a menudo es mayor que 50 por ciento en moles. La composición de propileno en la corriente de refrigerante líquida pesado a veces es mayor que 80 por ciento en moles. En algunos casos, el método de enfriamiento se utiliza para aumentar la capacidad de refrigeración total de una planta de olefinas existente que emplea un sistema de refrigeración en cascada que tiene sistemas de refrigeración de propileno y etileno separados.

45 En algunos casos, el método incluye el uso de la corriente de refrigerante binario rico en hidrocarburos C3 líquida para proporcionar una carga de refrigeración adicional. En ciertos casos, la corriente de refrigerante ligero vaporizada, a baja presión, se inyecta en una corriente de refrigerante líquida que entra en un condensador de fraccionamiento de etileno, aguas abajo de una válvula que regula el flujo de la corriente de refrigerante líquida al condensador de fraccionamiento de etileno. Opcionalmente, el trabajo de refrigeración directo del refrigerante binario extendido disminuye mediante el intercambio de calor entre un reciclado de etano a un calentador de craqueo que se produce en el fondo de una torre de fraccionamiento, después de la descarga de presión y un vapor de cabeza bruto que fluye desde la parte superior de la torre de fraccionamiento. En otra realización, el trabajo de refrigeración directo del refrigerante binario extendido disminuye mediante el intercambio de calor entre un reciclado de etano a un calentador de craqueo que se produce en el fondo de una torre de fraccionamiento, después de la disminución de presión y el refrigerante que fluye a un condensador de fraccionamiento de etileno.

55 En algunos casos, una primera torre de separación de hidrocarburos ligeros es un despropanizador, y la despropanización se divide en dos torres, con una a una presión más alta. A veces, el vapor de cabeza de la torre de presión más alta está al menos parcialmente condensado en un inter-evaporador para proporcionar reflujo para la torre de alta presión.

En una realización, el método comprende además la etapa de desetanización del gas de carga, en el que no se proporciona un condensador desetanizador y se retira el reflujo para el desetanizador cerca de una bandeja de

alimentación donde un gas de cabeza bruto del desetanizador entra en la torre de fraccionamiento. El gas de carga se deriva típicamente de los gases de salida de refinería, la hidrogenación catalítica de propano o el craqueo con vapor de agua de hidrocarburos.

5 Una realización adicional es un refrigerante binario extendido que comprende una mezcla de metano y un hidrocarburo C3 seleccionado del grupo que consiste en propileno y propano, conteniendo el refrigerante binario extendido 10-40% en moles de metano, 60-90% en moles de al menos un hidrocarburo C3 seleccionado del grupo que consiste en propileno y propano. El refrigerante binario extendido no contiene más de aproximadamente 2% en moles de hidrógeno, siendo el 100% el porcentaje molar total de metano, hidrocarburo C3 e hidrógeno. Por lo general, el refrigerante binario extendido puede proporcionar refrigeración dentro del intervalo de temperatura de 10 aproximadamente -136°C a aproximadamente 25°C.

Los objetos, la disposición y las ventajas del sistema y métodos de refrigeración serán evidentes a partir de la descripción que sigue.

### Breve descripción de los dibujos

15 La figura 1 es un diagrama de flujo esquemático de una primera realización de un sistema de refrigeración que es particularmente aplicable cuando se requiere capacidad de refrigeración adicional debido a una expansión de la capacidad de producción de plantas de olefinas.

La figura 2 es un diagrama de flujo esquemático de una aplicación general del concepto de refrigeración binaria extendida que es aplicable a un nuevo diseño de planta de olefinas o a una expansión importante de una planta de olefinas que requiere un aumento significativo del suministro de refrigeración.

20 La figura 3 es un diagrama de flujo esquemático, que muestra algunos de los conceptos de intercambio de calor utilizados en la realización de la figura 2.

La figura 4 es un diagrama de flujo esquemático, que ilustra conceptos adicionales de intercambio de calor, que pueden usarse como una alternativa a ciertos conceptos mostrados en las figs. 2 y 3.

25 La figura 5 representa otra realización que es particularmente aplicable cuando se requiere capacidad de refrigeración adicional debido a una expansión de la producción de plantas de olefinas.

La Figura 6 es un diagrama de flujo esquemático que muestra otra realización de un sistema de refrigeración binario extendido que se puede usar en una nueva planta de olefinas o una expansión importante de una planta de olefinas existente.

### Descripción de las realizaciones preferidas

30 Las realizaciones descritas implican la separación del refrigerante binario extendido de la descarga de la etapa final de un compresor en al menos un vapor enriquecido en contenido de metano y al menos un líquido enriquecido en la concentración de propileno para proporcionar temperaturas y niveles variables de refrigeración en varias etapas de intercambio de calor. Puede ser ventajoso enfriar y condensar parcialmente el vapor separado en la descarga del compresor para proporcionar un segundo vapor enriquecido adicionalmente en la concentración de metano. El sistema binario extendido no sólo se puede usar en una planta de etileno empleando un desmetanizador de baja presión, sino que también se puede aplicar a una planta de etileno con un desmetanizador de alta presión, en cuyo caso el sistema binario suministraría típicamente solamente refrigeración a niveles de temperaturas del propileno y etileno. Es decir, el sistema suministraría niveles de temperatura de refrigeración desde justo por debajo de la temperatura ambiente hasta aproximadamente 100°C sin refrigeración suministrada directamente a temperaturas más bajas por el sistema de refrigeración. El sistema de refrigeración binario extendido también puede usarse para 35 suministrar refrigeración para recuperar etileno de los gases de salida de refinería. Además, el sistema puede usarse para suministrar refrigeración para recuperar propileno y etileno de subproducto producido por deshidrogenación catalítica de propano para formar principalmente producto de propileno. El sistema es aplicable a cualquier proceso en el que el intervalo de temperaturas para tareas de refrigeración sea de ambiente a aproximadamente -136°C.

45 El método se describirá en relación con una planta de olefinas que es principalmente para la producción de etileno y propileno. En algunos casos, primero se procesa un gas de pirólisis para eliminar el metano y el hidrógeno y después se procesa para producir y separar olefinas seleccionadas. La separación de los gases en una planta de etileno a través de condensación y fraccionamiento a temperaturas criogénicas requiere refrigeración en un amplio intervalo de temperatura. El costo de capital involucrado en el sistema de refrigeración de una planta de etileno puede ser una parte significativa del costo total de la planta. Por lo tanto, el ahorro de capital para el sistema de 50 refrigeración puede reducir significativamente el costo total de la planta.

Tal como se utiliza en la presente memoria, "refrigerante binario extendido" se refiere a un sistema refrigerante que incluye dos hidrocarburos con números de carbono que difieren en al menos 2 y no incluyen también el hidrocarburo intermedio. Por ejemplo, un refrigerante binario extendido que contiene metano (un hidrocarburo C1) y propileno y/o propano (hidrocarburos C3) no contiene etileno o etano (hidrocarburos C2).

Las plantas de etileno con desmetanizadores de alta presión funcionan a presiones superiores a 2,76 MPa (400 psi) con una temperatura de cabeza típicamente en el intervalo de -85°C a -100°C. La refrigeración de etileno a aproximadamente -100°C a -102°C se usa típicamente para enfriar los vapores de cabeza de desmetanizador brutos para producir reflujo. Una planta de etileno diseñada con un desmetanizador de baja presión que funciona por debajo de aproximadamente 2,41 MPa (350 psi) y generalmente en el intervalo de 0,345 a 1,034 MPa (50 a 150 psi) y con temperaturas de cabeza en el intervalo de -110°C a -140°C requiere niveles de temperatura de metano de refrigeración para generar reflujo. Las ventajas del desmetanizador a baja presión son el menor requerimiento total de potencia de la planta y el menor costo total de capital de la planta, mientras que la desventaja es la menor temperatura de refrigeración requerida y, por lo tanto, la necesidad de un sistema de refrigeración de metano además de los sistemas de refrigeración de etileno y propileno. La separación de C3 requiere temperaturas que van desde el ambiente a -30°C. Esto representa el intervalo superior del intervalo de temperatura binaria extendida.

El refrigerante binario extendido comprende una mezcla de metano con propileno y / o propano. Dependiendo de la fuente de la carga de metano y la composición, una pequeña cantidad de hidrógeno también puede estar presente. La concentración de metano y propileno puede variar dependiendo de la materia prima de craqueo de la planta de etileno, la intensidad del craqueo y la presión del tren de enfriamiento entre otras consideraciones, pero estará generalmente en el intervalo de 10 a 30 por ciento en moles de metano y 70 a 90 por ciento en moles de propileno medida en la descarga del compresor. Una composición típica para una planta de olefinas con un desmetanizador a baja presión sería aproximadamente 20% en moles de metano y aproximadamente 80% en moles de propileno. El uso del único refrigerante binario extendido proporciona todas las cargas y temperaturas de refrigeración requeridas para una planta de etileno, al tiempo que evita la necesidad de dos o tres sistemas de refrigerante separados. El refrigerante normalmente circula en un sistema de circuito cerrado.

El propósito de las realizaciones descritas es proporcionar la refrigeración necesaria para separar el hidrógeno y el metano del gas de carga y proporcionar la alimentación para el desmetanizador. Opcionalmente, los métodos proporcionan algunos o todos los otros requisitos de refrigeración de toda la planta.

Antes de describir el sistema de refrigeración binario extendido, se describirá el flujo del gas de carga a través del sistema con ejemplos de temperaturas específicas que se incluyen sólo con fines ilustrativos.

La Figura 1 representa un diseño de sistema de refrigeración binario mejorado útil para añadir capacidad incremental de refrigeración a una planta de producción de olefinas existente que está aumentando su capacidad. La alimentación de tren de enfriamiento 16 o el gas de carga, que es el gas de carga de pirólisis acondicionado según se requiere y enfriado, está típicamente a una temperatura de aproximadamente 15°C a 20°C y a una presión de aproximadamente 2 a 3,5 MPa (aproximadamente 280 a 500 psi), y es típicamente una corriente de vapor. En los diseños que emplean secadores de hidrocarburos tanto líquidos como vapor, la alimentación al tren de enfriamiento es una combinación mezcla vapor-líquido. Esta corriente contiene hidrógeno, metano y C<sub>2</sub> y componentes más pesados incluyendo etileno y propileno. La alimentación de tren de refrigeración 16 es enfriada progresivamente por el sistema de refrigeración en los intercambiadores de calor 18, 19, 20 y 21 con separaciones apropiadas para producir alimentación al desmetanizador.

Además de la alimentación de tren de refrigeración 16 y las corrientes de refrigerante binario, existen varias corrientes de las plantas de etileno a diversas temperaturas que también pasan a través de los intercambiadores de calor para la recuperación de frío, tal como la corriente 13.

El sistema mostrado en la Figura 1 utiliza dos etapas de compresión para producir refrigeración desde la temperatura ambiente hasta aproximadamente -136°C. Este diseño es complementario a un sistema de refrigeración existente, ya sea una clásica cascada de refrigeración de propileno y etileno, una cascada clásica de sistemas de refrigeración de propileno, etileno y metano, o un sistema de refrigeración mixto. El diseño como se muestra proporciona sólo refrigeración para enfriamiento de carga y desmetanización y no proporciona refrigeración de fraccionamiento para separaciones C2 y C3.

La alimentación de tren de refrigeración 16 se enfría en los intercambiadores 18 y 19 y se condensa parcialmente y después se separa en una corriente de vapor 22 y una corriente de líquido 24 en un separador 26. La corriente líquida 24 fluye hacia el desmetanizador. La corriente de vapor 22 fluye hacia el intercambiador de calor 20 donde es enfriada y parcialmente condensada y luego separada en una corriente de vapor 28 y una corriente líquida 30 en un separador 32. La corriente líquida 30 fluye entonces hacia el desmetanizador como la corriente líquida de temperatura intermedia. La corriente de vapor 28 fluye entonces al intercambiador de calor 21 donde se enfría y se condensa parcialmente y se separa en una corriente de vapor 34 y en la corriente líquida 36 en el separador 38. La corriente líquida 36 es la alimentación del desmetanizador más fría. La corriente de vapor 34 se enfría adicionalmente (no se muestra en la Fig. 1) y después se separa en una corriente rica en hidrógeno 40 y una corriente rica en metano 42 en un separador 44 y luego se devuelve a la red intercambiadora de calor del sistema de refrigeración binario de los intercambiadores 21, 20, 19, 18 y 17, respectivamente, para la recuperación de frío.

La corriente de descarga de compresor binario extendido 1, que sale del compresor de refrigeración binario extendido 50, contiene usualmente al menos 50% en moles de hidrocarburo C3, siendo el resto metano. En algunos casos, la corriente 1 contiene 60-90% en moles de propileno (o propano) y 10-40% en moles de composición de

metano. A medida que la composición de metano al sistema de compresor se retira del producto de vapor neto de cabeza del desmetanizador sin procesamiento adicional, algo de hidrógeno está contenido y el contenido de metano se reduce en una pequeña cantidad, por ejemplo aproximadamente 0,5% en moles, en la descarga del compresor con un 0,5 % en moles de contenido de hidrógeno. Obsérvese que es posible, y a veces deseable, reducir el contenido de hidrógeno, por ejemplo por ventilación controlada en el sistema de refrigeración.

La corriente 1 se enfría mediante agua o aire, preferiblemente agua de refrigeración, en el intercambiador de calor 52 y se condensa parcialmente y después se separa en un tambor separador 54 en una corriente de vapor 2 y una corriente líquida 3. La corriente de vapor 2, enriquecida en metano, se retira del tambor separador 54 y luego se enfría y finalmente se condensa total o principalmente en los intercambiadores 17 a 21 y se separa, si es necesario, en el tambor separador 56. La corriente de refrigerante ligero condensado 4 después se deja bajar a través de una válvula de control 81 y, opcionalmente, cualquier vapor no condensado 5 se enfría por expansión a una baja presión utilizando una válvula de control opcional 82. El controlador de temperatura 91 ajusta la salida de presión desde la válvula de control 81. La válvula 82 proporciona la caída de presión necesaria para mezclar la corriente 5 con el vapor de descarga de la válvula de control 81. Elevando o disminuyendo la presión de descarga de la válvula de control 81, la temperatura que entra en el intercambiador 21 se eleva o disminuye con el fin de proporcionar el enfriamiento requerido para la corriente 28 y asegurar el flujo de alimentación de líquido más frío para el desmetanizador a través de la corriente 36. En una realización, la temperatura de la corriente 6, que es una combinación de los vapores 4 y 5, después de la disminución de la presión es de aproximadamente  $-136^{\circ}\text{C}$ .

De forma similar, se usa un controlador de temperatura 92 en la corriente de vapor 28 que sale del tambor 32 para bajar una parte de la corriente de vapor 8 a través de una válvula de control 83 para ser mezclada en la corriente de refrigerante ligero 6 parcialmente recalentada combinada para proporcionar enfriamiento para condensar hidrocarburos para formar la corriente de alimentación del desmetanizador de temperatura intermedia 30.

Un controlador de temperatura 93 sobre la corriente de vapor 22 que sale del separador 26 deja caer de manera similar alguna corriente de vapor 10 para ser mezclada con la corriente parcialmente recalentada 9 a través de una válvula de control 84 para proporcionar el enfriamiento para formar la corriente líquida 24, la alimentación del desmetanizador más caliente.

Las corrientes 8 y 10 se forman mediante el enfriamiento de la corriente 2 mediante el intercambio en los intercambiadores 19 y 20. La composición de estas corrientes no cambia a medida que la corriente 2 se enfría para formar las corrientes 8, 10 y 15. Tanto el vapor como el líquido del separador 56 se recombinan y forman parte de las corrientes 6, 9 y 13.

La corriente líquida pesada 3, que deja el tambor separador 54, proporciona parte de la refrigeración para el enfriamiento de la alimentación de tren refrigerante 16 en el intercambiador 18 y también enfría y condensa parcialmente la corriente ligera de refrigerante 2 en los intercambiadores 17 y 18. La corriente 3 que sale del tambor separador 54 se enfría en el intercambiador de calor 17 mediante el recalentamiento de las corrientes de proceso y dejando caer una parte del refrigerante pesado refrigerado de la corriente 3 a una presión más baja como la corriente 11. Un controlador de temperatura 94 sobre la porción restante de la corriente 13, es decir, la corriente 12, deja fluir la corriente 11 a través de una válvula de control 85. La corriente 11 se vaporiza en el intercambiador 17, se dirige al tambor 77 y luego fluye a la segunda etapa de succión del compresor 50. El resto de la corriente de refrigerante pesada, la corriente líquida 12, se enfría adicionalmente en el intercambiador 18. Entonces se deja bajar a la presión de refrigerante más baja a través de la válvula de control 86 proporcionando un enfriamiento adicional y luego se mezcla con la corriente de refrigerante ligero 13 para formar la corriente 14. La corriente 13 de refrigerante ligero es el refrigerante ligero total y está compuesta por las corrientes 6, 8 y 10. La mezcla de la corriente 12 con la corriente 13 disminuye la temperatura de la corriente 12 más allá de la alcanzada reduciendo la presión. La corriente 14 se recalienta entonces en el intercambiador 18 y fluye al tambor de succión de compresión 76 de primera etapa y luego al compresor 50 como flujo de succión de la primera etapa.

El proceso mostrado en la Fig. 1 utiliza un solo compresor y un refrigerante compuesto esencialmente de metano y propileno para proporcionar refrigeración desde justo por debajo de la temperatura ambiente hasta una temperatura de aproximadamente  $-136^{\circ}\text{C}$ . Esto está más allá del intervalo de cualquier sistema binario que utilice números de carbonos consecutivos. Como se ha indicado anteriormente, la Figura 1 representa un sistema para la expansión de una planta de olefinas. Sólo una parte de las demandas de refrigeración de la planta de olefinas se cumple con esta configuración.

La figura 2 representa un sistema de refrigeración binario extendido para una planta completa de olefinas. Todos los requisitos de refrigeración del proceso asociado con un diseño de sistema de separación de plantas de olefinas, ya sea una planta completamente nueva o una expansión, pueden ser suministrados por esta configuración. La Figura 2 describe un diseño de planta de olefinas que utiliza un despropanizador de extremo delantero como el primer sistema de destilación de separación de hidrocarburos ligeros. Sin embargo, el concepto de refrigeración binaria extendida también se puede utilizar para suministrar los requisitos de refrigeración de una planta de olefinas con un desmetanizador o desetanizador como el primer sistema de torre de separación de hidrocarburos ligeros, así como otros conceptos de destilación o fraccionamiento que separarán y purificarán los productos de un craqueador de vapor que carga una alimentación de hidrocarburo y produce productos craqueados a partir de la misma.

La corriente de vapor 101, que sale del compresor 150, es enfriada por un medio de enfriamiento a temperatura ambiente tal como agua de refrigeración o aire, preferiblemente agua de refrigeración, en un intercambiador de calor 152 hasta cerca de la temperatura ambiente. La corriente mixta de vapor y líquido fluye entonces al tambor separador 154 donde se separa en la corriente de vapor 102 y la corriente líquida 103. En una realización, la corriente de vapor 101 tiene una composición de aproximadamente 10-40% en moles de metano, o aproximadamente 20-30% en moles de metano y aproximadamente 60-90% en moles de propileno, o aproximadamente 70-80% en moles de propileno. La composición depende de la materia prima para los calentadores de craqueo por vapor y las condiciones bajo las cuales el hidrocarburo se craquea, y también si hay corrientes adicionales que contienen olefinas que fluyen a la planta de olefinas para la recuperación de productos. Además, aunque el refrigerante es principalmente una mezcla binaria de metano y propileno, se reconoce que puede contener algo de hidrógeno como consecuencia de la fuente de la carga y composición de metano y puede contener algo de propano como consecuencia de la fuente de la carga y composición de propileno al sistema de refrigeración binario mejorado.

En algunos casos, la corriente de vapor 102 que deja el separador 154 tiene una concentración nominal de metano de 52-55% en moles para un craqueador de nafta típico con proporciones de propileno a etileno de 0,50 a 0,55 que salen del calentador de craqueo. Para materias primas de hidrocarburos más ligeros y mayores intensidades de craqueo del calentador de craqueo, la concentración de metano puede aumentar hasta 65% en moles. Para materias primas más pesadas craqueadas con menor intensidad, la concentración de metano a veces puede disminuir a 45% en moles.

La corriente líquida 103 que sale del separador 154 a veces tiene una concentración nominal de propileno de 80 a 90% en moles. Con condiciones de proceso variables, la concentración de propileno puede ser tan baja como 70-75% en moles y tan alta como 92% en moles.

Una parte de la corriente líquida 103, corriente 104, se enfría en el intercambiador de calor 117, típicamente de un núcleo o diseño de intercambiador de aluminio soldado. El enfriamiento se proporciona mediante recalentamiento del proceso tal como está disponible incluyendo la corriente de proceso 106 y dejando caer una parte de la corriente enfriada 104 como la corriente 111, a través de la válvula de control 181, con reducción subsiguiente de presión y temperatura y utilizando esta corriente para proporcionar enfriamiento para las corrientes 102 y 104 y para refrigerar otras cargas de proceso, según se requiera, incluyendo la corriente 123. Esta corriente vaporizada 111 fluye entonces hacia un tambor de descarga de la segunda etapa del compresor 177.

El resto de la corriente 104, después de la retirada de la corriente 111, es la corriente 112 y esta corriente se enfría en el intercambiador 118. Al salir del intercambiador 118, la corriente refrigerada 119 se deja bajar a través de la válvula 182, dando como resultado una reducción de presión y temperatura y luego fluye de nuevo al intercambiador 118 para ser vaporizada y recalentada antes de fluir a un tambor de succión 176 de la segunda etapa del compresor. El enfriamiento también es proporcionado por los recalentadores de proceso disponibles, tales como la corriente 125. La refrigeración proporcionada se utiliza para enfriar corrientes de proceso, según se requiera, tal como la corriente 127, y para enfriar la corriente 102.

La corriente de vapor 102 que ha sido enfriada y parcialmente condensada en los intercambiadores 117 y 118 se enfría adicionalmente y se condensa total o principalmente por enfriamiento consecutivo en los intercambiadores 119, 120 y 121. El enfriamiento en el intercambiador de calor 119 se proporciona mediante el recalentamiento del proceso según se disponga, tal como en la corriente 129, y dejando caer una primera porción de la corriente refrigerada 102, como la corriente 110, a través de la válvula 183, con reducción de presión hasta cerca de la presión de succión del compresor de refrigeración binario extendido 150. La porción restante de la corriente 102 es la corriente 107, y después de pasar a través del intercambiador de calor 120, una porción de esta corriente es bajada como la corriente 108 a través de la válvula de control 184. La porción restante de la corriente 107 es la corriente 115, y esta corriente se enfría en el intercambiador de calor 121. La corriente 115 después de salir del intercambiador 121 es bajada a través de la válvula 185, reduciendo tanto la presión como la temperatura. Esta corriente representa ahora la temperatura más fría del sistema. Al igual que con el sistema de la Figura 1, se utiliza para generar la alimentación del desmetanizador más fría mediante la corriente de refrigeración 128 para formar la corriente líquida 136. Esta corriente 115 parcialmente recalentada se combina entonces con la corriente 108 para formar la corriente 109. No se muestran en la Figura 2 los controladores de temperatura de los vapores 122, 128 y 134 que ajustan las válvulas de descarga 183, 184 y 185 para asegurar la formación de las alimentaciones del desmetanizador 130 y 124.

La corriente 109 se recalienta parcialmente en el intercambiador de calor 120 utilizando recalentamientos del proceso, según se disponga, incluyendo la corriente 133, y se combina con la corriente 110, con la corriente combinada 113 siendo recalentada en el intercambiador de calor 119. La refrigeración proporcionada se utiliza para enfriar y condensar parcialmente la alimentación de tren de enfriamiento 116 que entonces sale del intercambiador 119 y fluye al tambor de separación 126. Una corriente líquida 124 se separa y fluye hacia el desmetanizador. La corriente de vapor 122 que sale del separador 126 fluye hacia el intercambiador de calor 120 donde es enfriada y parcialmente condensada y luego fluye al tambor separador 132. En el tambor 132, la corriente 122 se separa en una corriente líquida 130 y una corriente de vapor 128. La corriente líquida 130 fluye hacia el desmetanizador como alimentación de temperatura intermedia.

La corriente de vapor 128 sale del tambor separador 132 y fluye hacia el intercambiador de calor 121 donde se enfría adicionalmente y se condensa parcialmente. Al salir del intercambiador de calor 121, la corriente se separa en una corriente de líquido 136 y una corriente de vapor 134 en un tambor separador 138. La corriente líquida 136 fluye hacia el desmetanizador como la alimentación más fría. La corriente de vapor 134 se procesa adicionalmente para la separación en corrientes ricas en hidrógeno y ricas en metano. El enfriamiento de la corriente 128 es proporcionado por los recalentamientos del proceso según se disponga, incluyendo la corriente 131, y por la bajada de presión de la corriente 115 a través de la válvula 185 y recalentando y vaporizándose parcialmente en el intercambiador 121.

En este diseño, no se proporciona ningún condensador de cabeza del desmetanizador a medida que la corriente 136 se enfría a una temperatura suficientemente baja de tal manera que no se requiere reflujo. Por lo tanto, el desmetanizador es una columna de separación. Esta realización también se puede configurar para permitir el enfriamiento del vapor bruto de cabeza del desmetanizador para proporcionar reflujo como un enfoque de diseño de proceso alternativo.

La corriente de líquido 105 se extrae de la corriente 103 y se deja bajar en presión a través de la válvula de control 186 para proporcionar enfriamiento para el condensador del despropanizador de baja presión 142. Después de la vaporización, la corriente 105 se combina entonces con la corriente vaporizada 112 como corriente 114. Esta corriente se combina con la corriente 168 como la corriente 169 y fluye hacia un tambor de succión 176 de la segunda etapa del compresor de refrigeración binario extendido.

El vapor 153 de descarga de la segunda etapa del compresor 150 se enfría mediante agua de refrigeración en el intercambiador 140 y luego se combina con la corriente 111 vaporizada como corriente 154 antes de fluir hacia el tambor 177 de descarga de 2ª etapa de refrigeración binaria extendida. La corriente 156 sale del tambor 177, y una parte de esta corriente, la corriente 158, vuelve al compresor de refrigeración binario extendido 150 como el flujo de succión de la 3ª etapa. La parte restante 160 fluye primero hacia el evaporador 162 del fraccionador de etileno y luego al evaporador 164 lateral del fraccionador de etileno, donde es mayormente pero no totalmente condensado antes de fluir al tambor separador 166.

La corriente de vapor 168 que sale del tambor separador 166 se combina con la corriente recalentada 114 y fluye hacia el tambor de succión 176 de la segunda etapa del compresor de refrigeración binario extendido. La corriente de vapor 170 que sale del tambor 176 es el flujo de succión de la segunda etapa al compresor 150.

La corriente de líquido 172 que sale del tambor 166 se calienta en el intercambiador de calor 175 y después se deja bajar a través de la válvula 187 hasta cerca de la presión de succión de la succión de la primera etapa del compresor de refrigeración binario extendido. La corriente expandida se combina entonces con la corriente 113 para formar la corriente 174, que es una corriente mixta de vapor y líquido. La corriente de recalentamiento con mayor concentración de metano 113, cuando se inyecta en la corriente expandida 172, disminuye adicionalmente la temperatura de la corriente 174 expandida combinada. La corriente 174 fluye entonces hacia el condensador de cabeza 178 del fraccionador de etileno y se vaporiza proporcionando enfriamiento para condensar el reflujo para permitir la separación de etileno de grado polimérico de etano. Debido a la inyección de la corriente 113 en la corriente 172, la presión de la corriente 174 puede ser mayor mientras se mantiene un diferencial de temperatura económico en el intercambiador 175. A medida que la corriente vaporizada 174 fluye al tambor 179 y posteriormente se convierte en el flujo de succión al compresor de refrigeración binario extendido 150, una presión más alta disminuye la potencia requerida por el compresor de refrigeración 150.

El diseño del proceso representado en la Figura 2 utiliza algunos conceptos de intercambio de calor que facilitan el equilibrado de los flujos de vapor y líquido en el compresor de refrigeración binario extendido. El reciclado de etano desde el fondo del fraccionador de etileno se deja bajar hasta cerca de la presión de entrada de los calentadores de craqueo y luego se vaporiza en un intercambiador 175, situado en la parte superior del fraccionador de etileno, reduciendo la carga del intercambiador 178 y refrigerando el refrigerante 172 que fluye hacia el intercambiador 178. El uso de una extracción de vapor 160 de la segunda etapa del compresor de refrigeración binario extendido 150 permite una flexibilidad adicional del calor del proceso permitiendo así que el sistema tenga un intervalo más amplio de trabajo para proporcionar refrigeración para una nueva unidad de olefinas o expansión mayor en comparación con una menor expansión como en la Figura 2.

En la Figura 3, el sistema de fraccionamiento C2 separa la alimentación bruta 202 de un desmetanizador 204, en un producto de etileno 206, un reciclado de etano 208 y una corriente de reflujo 210. La corriente de reciclado de etano 208 pasa a través de la válvula 281, se baja hasta cerca de la presión de entrada del calentador de craqueo y luego pasa a través del intercambiador de calor 212. En el intercambiador de calor 212, la corriente 172 'del tambor 166 (figura 2) se enfría antes de pasar a través de la válvula 214 (187') y al intercambiador de calor 216 (178 'Fig. 2). El subenfriamiento que se produce en el intercambiador de calor 212 reduce el caudal requerido de la corriente 172' requerido para el trabajo del condensador del fraccionador C2 en 216 (178').

La Figura 3 también representa la relación del desmetanizador 204 con el fraccionador de C2 218. Significativamente, no hay condensador de cabeza para la corriente de cabeza 222 del desmetanizador. El reflujo para el desmetanizador 204 se suministra por la corriente 210 extraída del fraccionador de C2 en un punto en o justo por debajo del punto en que la alimentación bruta del desmetanizador 204, corriente 222, entra en el fraccionador de C2 218. La corriente 219

se enfría en el intercambiador de calor 216 y se envía al tambor 232. Una parte de la corriente 219 del tambor 232 vuelve a la parte superior del fraccionador como corriente 230 y el resto se retira como producto de etileno en la corriente 206. La integración del desetanizador 204 y del fraccionador de C2 212 de esta manera puede facilitar el diseño y la operación del sistema de refrigeración binario extendido.

- 5 La Figura 3 también representa un inter-evaporador 220. La alimentación a este inter-evaporador se extrae del fraccionador de C2 218 en un punto en la torre por debajo del punto de entrada de la corriente de alimentación 222 y por encima de la extracción de la corriente 225 al evaporador inferior 224. La corriente de cabeza 226 bruta del despropanizador se enfría y se condensa parcialmente en el inter-evaporador 220. Mediante la integración con el fraccionador de C2 de esta manera, se reduce la carga para el intercambiador 142 (figura 2). Esto proporciona flexibilidad para el sistema y reduce el flujo de corriente 105 retirado de la corriente de refrigerante líquido pesado 103 y reciclado a la segunda etapa de compresión. Esto a su vez reduce los requisitos de potencia para el compresor 150. La corriente 228 del inter-evaporador 220 es una mezcla de vapor y líquido y se envía a un tambor para separar el producto de vapor del reflujo. La corriente 228 se puede enfriar adicionalmente en otros intercambiadores antes de esta separación de vapor-líquido, bien para satisfacer los requisitos normales de operación o puesta en marcha, o ambos.

La figura 4 representa una variación de la configuración del proceso de la figura 3. En esta configuración, la corriente 308, el reciclo de etano retirado de la parte inferior del fraccionador de C2 318, se deja bajar a través de una válvula 330 hasta cerca de la presión de entrada del calentador de craqueo y luego se pasa a un intercambiador de calor 316 donde el reciclado C2 se vaporiza parcialmente condensando la corriente 319 dejando la sobrecarga de la torre 318. El flujo de la corriente 172" desde el tambor 366 se reduce a medida que el trabajo requerido del intercambiador 312 se reduce por el trabajo del intercambiador 316. Como puede verse en la Figura 2, la reducción de este flujo (172 en la Figura 2) reduce el vapor neto retirado de la descarga de la segunda etapa como corriente 153. Esto reduce el flujo global de refrigerante binario a través del sistema y la potencia requerida para el compresor 150.

25 Las cargas de refrigeración neta y el consumo de energía se reducen usando los conceptos de intercambio de calor de las figuras 3 y 4. Los conceptos tienen la ventaja adicional de facilitar el diseño del proceso y el funcionamiento del compresor de refrigeración binario extendido disminuyendo los flujos brutos del sistema de refrigeración binario extendido y disminuyendo así los requisitos de equilibrar cargas de vapor y líquido en el sistema y específicamente en el compresor.

30 La figura 5 representa una alternativa al esquema de la figura 1. En el esquema del proceso de la Figura 5, la corriente de vapor 402 y la corriente de líquido 403 dejan el tambor separador 454. La descarga 401 del compresor final puede enfriarse adicionalmente mediante intercambio de calor retirando una porción de la corriente de líquido pesado 403 como corriente 406, reduciendo la presión de este líquido retirado a través de la válvula 481 e intercambiando calor con la corriente parcialmente enfriada 401 en el intercambiador de calor 408, que está aguas abajo del intercambiador de agua de refrigeración 452. Como resultado de esta configuración, la temperatura de la corriente enfriada 401 que entra en el tambor 454 es inferior a la temperatura de la corriente 401 cuando sale del intercambiador de agua de refrigeración 452. La corriente vaporizada 406 que deja el intercambiador 408 combinado con la corriente 411 para formar la corriente 412 y se dirige al tambor de succión 476 de la segunda etapa y entra en el compresor 450 en la segunda succión. La corriente de líquido restante 404 procedente del separador 454 es transportada a través del intercambiador de calor 417. La ventaja de esta configuración alternativa es que el flujo total que sale del compresor 450 es más alto y la presión es menor que en el proceso mostrado en la figura 1 para conseguir el mismo grado de refrigeración del proceso del sistema combinado. El flujo volumétrico se incrementa así grandemente y esto puede ser beneficioso cuando el flujo volumétrico de la descarga del compresor es relativamente bajo y resultaría en un diseño ineficiente del compresor centrífugo.

45 La Figura 6 representa una alternativa al esquema del proceso de la Figura 2 en el que la corriente de descarga final 501 del compresor 550 se enfría, se separa en el tambor 554 en la corriente de líquido 503 y la corriente de vapor 502. El enfriamiento adicional de la corriente 501 se efectúa retirando una porción de la corriente de líquido pesado 503 como corriente 506, reduciendo la presión de este líquido retirado a través de la válvula 581 e intercambiando calor con la corriente 501 (después de haber dejado el intercambiador de agua de refrigeración 552) en el intercambiador 508, de manera que la temperatura de la corriente enfriada 501 que entra en el tambor 554 es inferior a la temperatura de la corriente 501 que sale del intercambiador de agua de refrigeración 552. La corriente 506 se combina a continuación con la corriente 511 para formar la corriente 507, que se dirige al tambor de descarga de la segunda etapa 577 como parte de la corriente 554 y una porción de ésta entra en el compresor 550 en la corriente 513 en la succión de la tercera etapa. El resto de la corriente 554 que sale del tambor 577 forma la corriente 514, que se combina con las corrientes 505 y 512 para formar la alimentación a la segunda etapa del compresor 550 en la corriente 570 después de proporcionar trabajos de proceso para el evaporador del fraccionador de etileno y el evaporador lateral del fraccionador de etileno. La corriente de líquido restante 504 desde el separador 554 es transportada a través del intercambiador de calor 517. La ventaja de esta configuración alternativa es que el flujo total que sale del compresor 550 es más alto y la presión es menor que en el esquema de la Figura 2. Por lo tanto, el flujo de volumen aumenta considerablemente y esto puede ser beneficioso cuando el flujo volumétrico de descarga del compresor es demasiado pequeño para proporcionar un diseño de compresor eficiente. Este flujo más alto está a una presión mayor que para el proceso mostrado en la Figura 5 que requería dos etapas de compresión

en lugar de tres como en la Figura 2. La corriente de reciclado 506 se dirige finalmente al tambor de descarga de la segunda etapa (succión de la tercera etapa).

**Ejemplo**

5 Se realizó una simulación de proceso computarizada en la que se utilizó un refrigerante binario extendido formado a partir de 19% en moles de metano y 80,5% en moles de propileno (que también contenía 0,5% en moles de gas hidrógeno) como refrigerante en el proceso representado en la Fig. 1. Las presiones y composiciones de la corriente de refrigerante ligero 2, la corriente de refrigerante pesado 3 y las etapas de succión del compresor se muestran en la Tabla 1 a continuación. El refrigerante binario extendido proporcionó exitosamente refrigeración en una planta de etileno que tenía un desmetanizador de baja presión, y también se puede usar en una planta que emplea un desmetanizador de alta presión.

10

**Tabla 1**

	Corriente de compresión de descarga (1)	Corriente de refrigerante ligero (2)	Corriente de refrigerante pesado (3)	Compresión o succión de primera etapa (14)	Succión de segunda etapa (11)
	% Mol	% Mol	% Mol	% Mol	% Mol
<b>H<sub>2</sub></b>	0,5	1,4	<500ppm	1,2	<500ppm
<b>CH<sub>4</sub></b>	19,0	41,2	7,4	36,7	7,4
<b>C<sub>3</sub>H<sub>6</sub></b>	80,5	57,4	92,6	62,1	92,6
<b>MW</b>	36,9	30,8	40,1	32,1	40,1
<b>Presión (psia)</b>	20,83 MPa (410)	2,79 MPa (405)	2,79 MPa (405)	0,29 MPa (42)	10,03 MPa (149)

## REIVINDICACIONES

1. Un método de enfriamiento que comprende enfriar un gas de carga (16; 116) utilizando un refrigerante binario extendido que contiene una mezcla de 10-40% en moles de metano, 60-90% en moles de un hidrocarburo C3 seleccionado del grupo que consiste en propileno y propano, y no más del 2% en moles de hidrógeno, siendo 100% el total de % en moles de metano, de hidrocarburo C3 y de hidrógeno, siendo comprimido dicho refrigerante binario extendido en un compresor multietapa (50; 150) que tiene una primera etapa y una última etapa para proporcionar una corriente de descarga de última etapa (1; 101) que contiene al menos 60% en moles de hidrocarburo C3, y dividiéndose en una corriente de refrigerante líquida (3; 103) y una corriente de refrigerante gaseosa (2; 102) después de la compresión.
2. El método según la reivindicación 1, en el que dicho hidrocarburo C3 es propileno.
3. El método según la reivindicación 1, en el que al menos un 90% en peso de dicho hidrocarburo C3 es propileno.
4. El método según la reivindicación 2, en el que dicha corriente de descarga de última etapa (1; 101) contiene 15-25% en moles de metano y 75-85% en moles de propileno.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho gas de carga (16; 116) contiene una olefina y el método comprende separar por fraccionamiento dicha olefina de dicho gas de carga (16, 116) enfriado.
6. El método según la reivindicación 5, en el que dicha olefina es etileno.
7. El método según la reivindicación 5, en el que dicho gas de carga (16; 116) incluye además hidrógeno y metano.
8. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 5, en el que dicha corriente de descarga de última etapa (1; 101) contiene 10-40% en moles de metano y 60-90% en moles de hidrocarburo C3.
9. El método según la reivindicación 8, que comprende además:
- (a) enfriar dicha corriente de descarga de la última etapa (1; 101) para condensar una porción de la misma, dividir la corriente de descarga de la última etapa (1; 101) refrigerada proporcionando una corriente de refrigerante binario rica en metano en forma de vapor como corriente de refrigeración gaseosa (2; 102), y una corriente de refrigerante binario rica en hidrocarburos C3 líquida como corriente de refrigeración líquida (3; 103),
- (b) emplear dicha corriente de refrigerante binario rica en metano en forma de vapor y dicha corriente de refrigerante binario rica en hidrocarburos C3 líquida para efectuar el enfriamiento, y
- (c) devolver a dicho compresor de múltiples etapas (50; 150) dicha corriente de refrigerante binario rica en metano en forma de vapor y dicha corriente de refrigerante binario rica en hidrocarburos C3 líquida.
10. El método según la reivindicación 9, en el que dicho gas de carga (16; 116) comprende hidrógeno, metano y etileno.
11. El método según la reivindicación 10, en el que dicho gas de carga (16; 116) se usa para producir etileno.
12. El método según la reivindicación 1 o la reivindicación 9, en el que el refrigerante binario extendido puede proporcionar refrigeración dentro del intervalo de temperatura de -136°C a 25°C.
13. Un método para la producción de olefinas que comprende el método de enfriamiento según la reivindicación 10, en el que:
- (a) dicho gas de carga (16, 116) es enfriado por un sistema de refrigeración que tiene una serie de intercambiadores de calor (17-21; 117-121);
- (b) dicha corriente de refrigerante binario rico en hidrocarburos C3 líquida se separa de dicha corriente de refrigerante binario rico en metano en forma de vapor en un separador (54; 154);
- (c) al menos una parte de dicha corriente de refrigerante binario rico en metano en forma de vapor procedente de dicho separador (54; 154) se condensa por enfriamiento para formar una corriente de refrigerante ligero condensado (4);
- (d) dicha corriente de refrigerante binario rico en hidrocarburos C3 líquida y dicha corriente de refrigerante ligero condensado (4) se ponen en contacto de intercambio de calor entre sí y entre sí y con dicho gas de carga (16; 116) en dicha serie de intercambiadores de calor (17-21; 117-121) de modo que dicho gas de carga (16; 116) se enfría, se enfría dicha corriente de refrigerante binario rico en hidrocarburos C3 líquida y luego se calienta y vaporiza y dicha corriente de refrigerante binario rico en metano en forma de vapor se enfría primero y se condensa al menos parcialmente y luego se vaporiza; y

(e) devolver a dicho compresor (50; 150) dicha corriente de refrigerante ligero condensado (4) y dicha corriente de refrigerante binario rica en hidrocarburos C3 líquida.

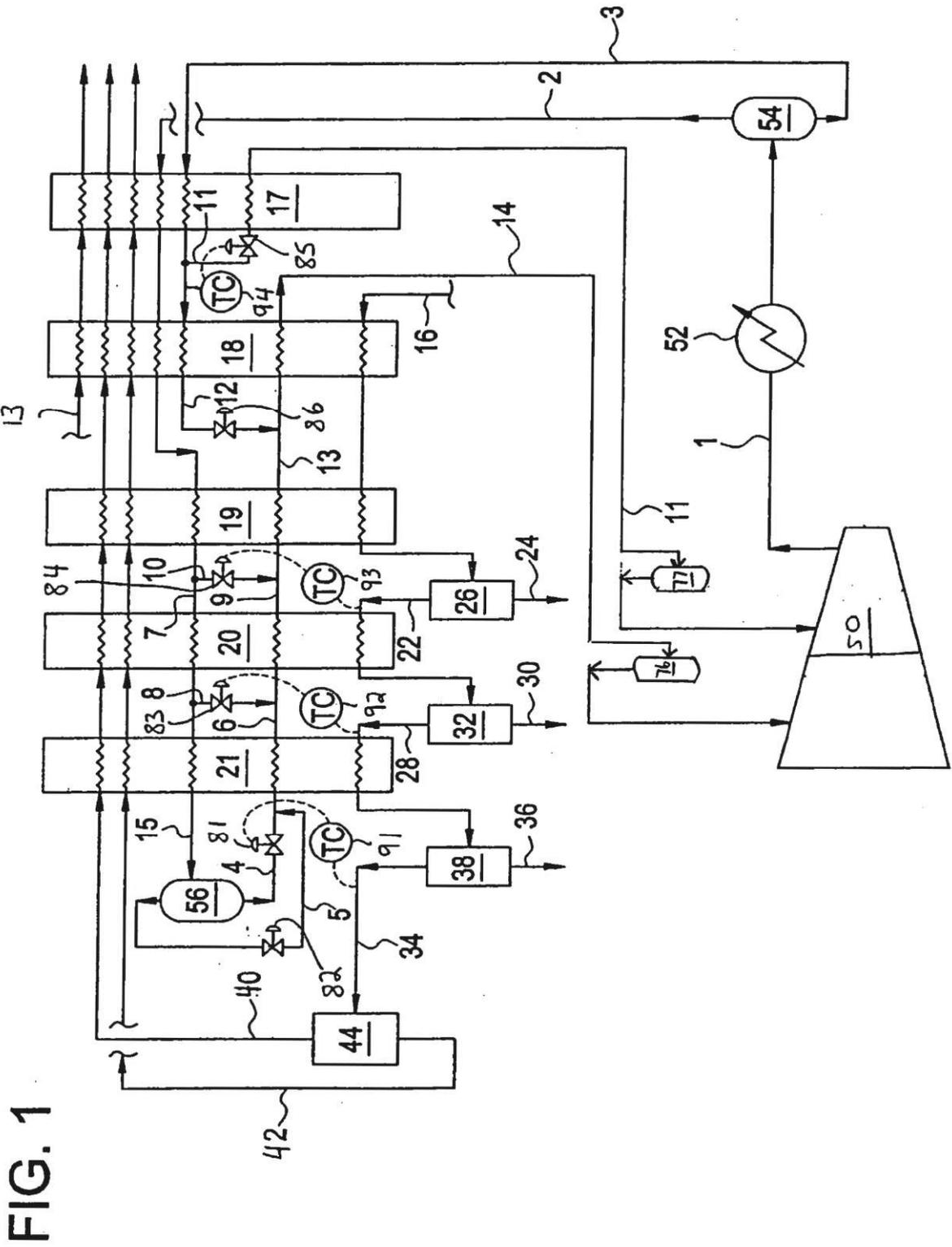
14. El método según la reivindicación 9, en el que dicho enfriamiento para condensar al menos una porción de dicha corriente de descarga de última etapa (1; 101) comprende enfriar con agua de refrigeración.
- 5 15. El método según la reivindicación 13, en el que una parte de dicha corriente de refrigerante binario rica en hidrocarburos C3 líquida obtenida en (b) se usa para enfriar para condensar al menos una porción de dicha corriente de descarga de última etapa (1; 101).
- 10 16. El método según la reivindicación 13, en el que dicha corriente de refrigerante ligero condensado (4) es parcialmente condensada por dicha corriente de refrigerante binario rica en hidrocarburos C3 líquida y se condensa adicionalmente mediante auto-refrigeración.
17. El método según la reivindicación 13, en el que el compresor (150) incluye además una etapa intermedia.
18. El método según la reivindicación 17, que incluye además el uso de una porción de dicha corriente de refrigerante binario rica en hidrocarburos C3 líquida para enfriar al menos uno de un evaporador de fraccionador de etileno, un condensador de desetanizador y un condensador de despropanizador.
- 15 19. El método según la reivindicación 13, en el que el contenido de propileno en dicha corriente de descarga de última etapa (1; 101) es mayor que 50% en moles.
- 20 20. El método según la reivindicación 13, en el que dicho método para enfriar se utiliza para aumentar la capacidad de refrigeración total de una planta de olefinas existente que emplea un sistema de refrigeración en cascada que tiene sistemas de refrigeración de propileno y etileno separados.
21. El método según la reivindicación 13, que incluye además el uso de la corriente de refrigerante binario rica en hidrocarburos C3 líquida formada en (e) para proporcionar trabajo de refrigeración adicional.
- 25 22. El método según la reivindicación 13, en el que la corriente de refrigerante ligero vaporizado (113), a baja presión, es inyectada en una corriente de refrigerante líquida (172) que entra en un condensador de fraccionador de etileno (178) aguas abajo de una válvula (172) que regula el flujo de dicha corriente de refrigerante líquida en dicho condensador de fraccionador de etileno (178; 218).
- 30 23. El método según la reivindicación 13, en el que el trabajo de refrigeración directo de dicho refrigerante binario extendido es disminuido por intercambio de calor entre un reciclado de etano (208) hacia un calentador de craqueo producido en el fondo de una torre de fraccionamiento (218), después de bajada de presión, y un vapor de cabeza bruto que fluye desde la parte superior de dicha torre de fraccionamiento (218).
- 35 24. El método según la reivindicación 13, en el que el trabajo de refrigeración directo de dicho refrigerante binario extendido es disminuido por intercambio de calor entre un reciclado de etano (208) hacia un calentador de craqueo que se produce en el fondo de una torre de fraccionamiento (218), después de bajada de presión, y dicho refrigerante que fluye hacia un condensador de fraccionador de etileno (178; 218).
- 40 25. El método según la reivindicación 13, en el que una primera torre de separación de hidrocarburos ligeros es un despropanizador que comprende dos torres a diferentes presiones, y el vapor de cabeza de la torre de presión más alta es condensado al menos parcialmente en un inter-evaporador para proporcionar reflujo para la torre de presión más alta.
- 45 26. El método según la reivindicación 13, que comprende además la etapa de desetanización de dicho gas de carga, en el que no se proporciona condensador de desetanizador y se retira el reflujo para dicho desetanizador cerca de una bandeja de alimentación donde un producto de cabeza bruto del desetanizador entra en dicha torre de fraccionamiento.
27. El método según la reivindicación 13, en el que dicha corriente de descarga de última etapa (1; 101) comprende no más de 1% en moles de hidrógeno.
28. El método según la reivindicación 13, en el que dicha corriente de descarga de última etapa (1; 101) no tiene más de 10% en moles de propano.
- 50 29. El método según la reivindicación 17, en el que dicho refrigerante binario extendido está configurado para aumentar la capacidad de refrigeración total de una planta de olefinas existente reemplazando un sistema de refrigeración en cascada que tiene sistemas de refrigeración de propileno y etileno separados.
30. Un refrigerante binario extendido que comprende una mezcla de metano y un hidrocarburo C3 seleccionado del grupo que consiste en propileno y propano, conteniendo el refrigerante binario extendido 10-40% en moles de metano, 60-90% en moles de al menos un hidrocarburo C3 seleccionado del grupo consistente en propileno y

propano y no más de 2% en moles de hidrógeno, siendo el 100% el total de % en moles de metano, hidrocarburo C3 e hidrógeno.

**31.** El refrigerante binario extendido de la reivindicación 30, en el que el hidrocarburo C3 es propileno.

**32.** El refrigerante binario extendido de la reivindicación 30, en el que el refrigerante binario extendido puede proporcionar refrigeración dentro del intervalo de temperatura de -136°C a 25°C.

**33.** El refrigerante binario extendido de la reivindicación 30, en el que dicho refrigerante binario extendido contiene 15-25% en moles de metano y 75-85% en moles de propileno.



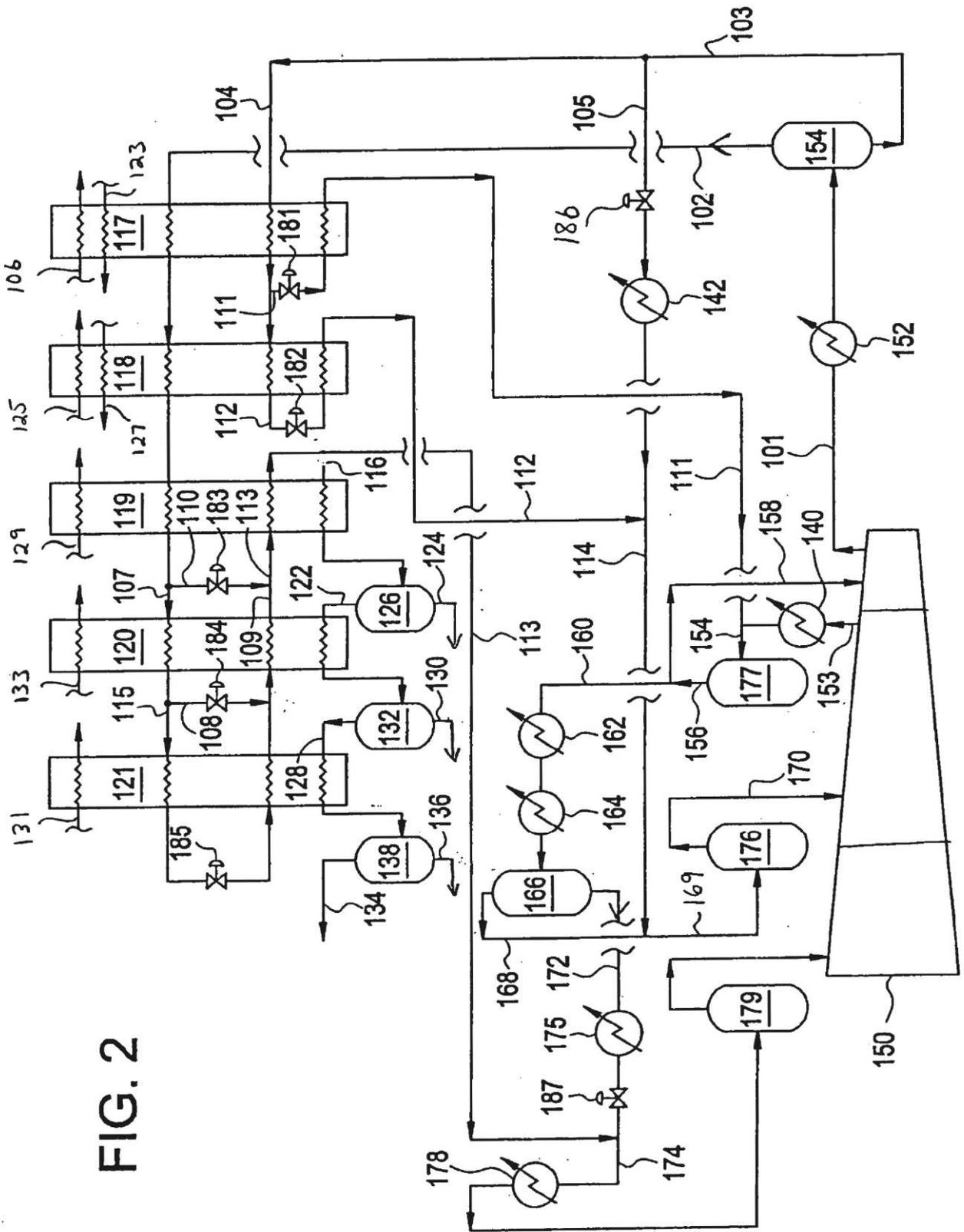


FIG. 2

FIG. 3

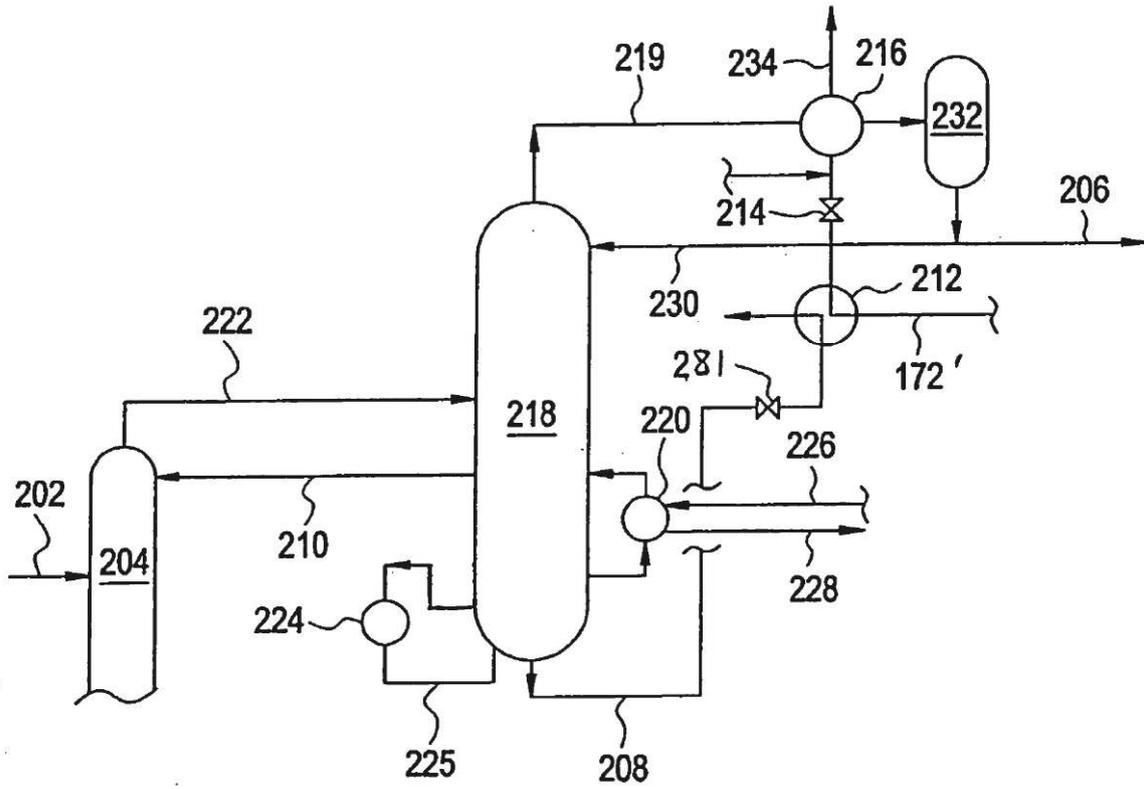


FIG. 4

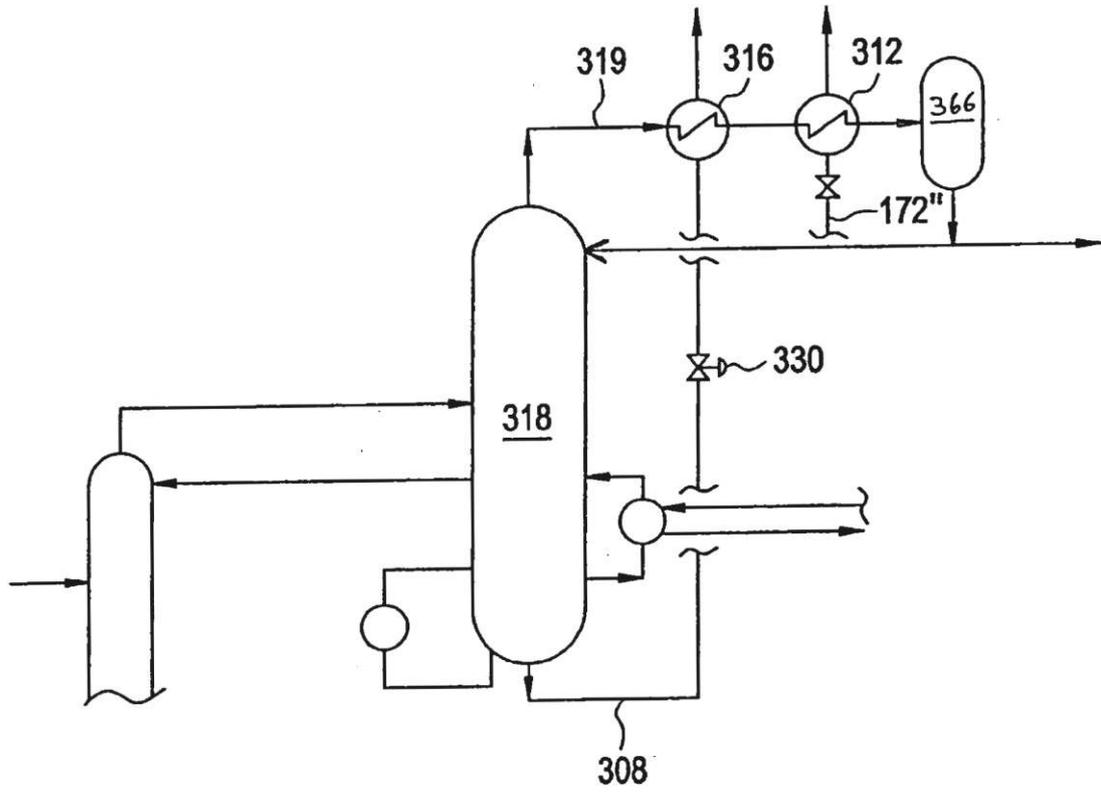




FIG. 6

