

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 486 843**

51 Int. Cl.:

F25J 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.01.2004 E 04702540 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.04.2014 EP 1623170**

54 Título: **Sistema de refrigeración para instalación de olefina**

30 Prioridad:

15.01.2003 US 342998

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

19.08.2014

73 Titular/es:

**LUMMUS TECHNOLOGY INC. (100.0%)
1515 BROAD STREET
BLOOMFIELD NJ 07003-3096, US**

72 Inventor/es:

**WEI, VITUS TUAN;
MA, QI;
WU, JAMES TZONG-CHAUR y
SUMNER, CHARLES**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 486 843 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 refrigeración para instalación de olefina

Antecedentes de la invención

5 La presente invención pertenece a un sistema de refrigeración para proporcionar los requisitos de enfriamiento de una instalación de olefina. Más en particular, la invención se dirige al uso de un refrigerante terciario o ternario que comprende una mezcla de metano, etileno y propileno para el enfriamiento en una instalación de etileno.

10 Las instalaciones de etileno requieren refrigeración para separar los productos deseados del efluente del calentador de craqueo. Típicamente, se usan un refrigerante del propileno y uno del etileno. A menudo, en particular en sistemas que usan desmetanizadores de baja presión donde se requieren temperaturas menores, también se usa un sistema de refrigeración de metano separado. Por lo tanto, son necesarios tres sistemas de refrigeración separados, gradualmente de la temperatura más baja a la más alta. Son necesarios tres sistemas compresores y controladores completos con tambores de succión, intercambiadores separados, tuberías, etc. Un compresor de refrigeración de metano adicional, sea recíprocante o centrífugo, puede contrarrestar en parte el ahorro de coste de capital que resulta del uso de desmetanizadores de baja presión.

15 Los sistemas refrigerantes mixtos son conocidos en la industria desde hace muchas décadas. En estos sistemas, se usan múltiples refrigerantes en un sistema de refrigeración único para proporcionar la refrigeración que cubre un intervalo más amplio de temperaturas, permitiendo que un sistema de refrigeración mixto sustituya múltiples sistemas de refrigeración de componentes puros en cascada. Estos sistemas de refrigeración mixtos han encontrado un uso amplio en las instalaciones de gas natural licuado de carga base. La aplicación de un sistema de refrigeración mixto binario al diseño de instalaciones de etileno se describe en la patente de EE.UU. 5.979.177, en la que el refrigerante es una mezcla de metano y etileno o etano. Sin embargo, dicho sistema de refrigeración binario se pone en sucesión frente a un sistema de refrigeración de propileno separado que proporciona la refrigeración en el intervalo de temperatura de -40°C y mayor. Por lo tanto, son necesarios dos sistemas de refrigeración separados.

20 El documento US 2002/0174679 describe un sistema de refrigeración de instalación de etileno con dos corrientes refrigerantes separadas, una corriente ligera (72) y una corriente pesada (74).

Resumen de la invención

Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de refrigeración único, simplificado para una instalación de olefina, en particular una instalación de etileno que tiene un desmetanizador de baja presión, usando una mezcla de metano, etileno y propileno como un refrigerante ternario. Este sistema ternario sustituye los sistemas de refrigeración separados del propileno, etileno y metano asociados con un procedimiento de recuperación que usa un desmetanizador de baja presión. La invención implica la separación del refrigerante ternario de la descarga de la etapa final de un compresor en una fracción de vapor rica en metano y dos niveles de líquidos ricos en propileno, de modo que se proporcionan diferentes temperaturas y niveles de refrigeración en diferentes etapas de intercambiadores de calor, mientras que se mantiene una composición del refrigerante prácticamente constante, medida por el peso molecular, en el compresor, y yendo la masa del flujo total de refrigerante de retorno a la succión del compresor de la primera etapa. Esto permite que el sistema refrigerante ternario compita de manera favorable, en una base termodinámica, con el uso de compresores separados para refrigerantes separados. Este sistema ternario también se puede aplicar a una instalación de etileno con un desmetanizador de alta presión, en cuyo caso el sistema ternario suministra solo niveles de temperatura de refrigeración de propileno y etileno. Los objetos, disposición y ventajas del sistema de refrigeración de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción.

Breve descripción del dibujo

El dibujo es un diagrama de flujo esquemático de una parte de la instalación de etileno que ilustra una realización del sistema de refrigeración de la presente invención.

45 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La presente invención se refiere a una instalación de olefina en donde un gas de pirólisis se procesa primero para eliminar el metano e hidrógeno y después se procesa de una forma conocida para producir y separar etileno así como propileno y algunos otros subproductos. El procedimiento se describirá en relación con una instalación que es principalmente para la producción de etileno. La separación de los gases en una instalación de etileno mediante la condensación y fraccionamiento a temperaturas criogénicas requiere la refrigeración a lo largo de un amplio intervalo de temperaturas. El coste de capital implicado en el sistema de refrigeración de una instalación de etileno puede ser una parte importante del coste total de la instalación. Por lo tanto, el ahorro de capital para el sistema de refrigeración afectará significativamente al coste total de la instalación.

55 Las instalaciones de etileno con desmetanizadores de alta presión funcionan a presiones mayores de 2,76 MPa (400 psi) con una temperatura en cabeza típicamente en el intervalo de -85°C a -100°C. Típicamente se usa la

refrigeración del etileno de aproximadamente -100°C a -102°C para enfriar y producir reflujo en cabeza. Una instalación de etileno diseñada con un desmetanizador de baja presión que funciona por debajo de aproximadamente 2,41 MPa (350 psi) y en general en el intervalo de 0,345 a 1,034 MPa (de 50 a 150 psi) y con temperaturas en cabeza en el intervalo de -110°C a -140°C, requiere niveles de temperatura de refrigeración del metano para generar reflujo. La ventaja del desmetanizador de baja presión es el menor requisito de energía total de la instalación y el menor coste de capital total de la instalación, mientras que la desventaja es la menor temperatura de refrigeración necesaria y, por lo tanto, la necesidad de un sistema de refrigeración del metano además de los sistemas de refrigeración del etileno y propileno.

El refrigerante ternario de la presente invención comprende una mezcla de metano, etileno y propileno. El porcentaje de estos componentes puede variar dependiendo de la materia prima del craqueo de la instalación de etileno, la intensidad del craqueo y la presión del tren de enfriamiento entre otras consideraciones, pero en general estará en el intervalo de 7 a 20 por ciento en moles de metano, de 7 a 20 por ciento en moles de etileno y de 50 a 90 por ciento en moles de propileno, medido en la descarga del compresor. Una composición típica para una instalación de etileno con un desmetanizador de baja presión sería 10% de metano, 10% de etileno y 80% de propileno. El uso del refrigerante ternario proporciona todas las cargas y temperaturas de refrigeración necesarias para una instalación de etileno mientras que obvia la necesidad de dos o tres sistemas refrigerantes separados.

El propósito de la presente invención es proporcionar la refrigeración necesaria para separar el hidrógeno y metano del gas de carga y proporcionar la alimentación para el desmetanizador así como proporcionar los otros requisitos de refrigeración de toda la instalación. En relación con la realización específica de la invención mostrada en el dibujo que es para un desmetanizador de baja presión, el sistema de refrigeración ternario está dispuesto para proporcionar todos los niveles de refrigeración requeridos para una instalación de etileno en la serie de intercambiadores de calor 10, 12, 14, 16, 18 y 20. Estos intercambiadores de calor se pueden combinar en menos unidades o expandir en un número mayor de unidades dependiendo de las necesidades particulares para cualquier procedimiento de etileno particular, y en particular de la composición específica del gas de carga. Típicamente son intercambiadores de calor de tipo placas soldadas y preferiblemente están empaquetados dentro de una estructura muy aislada denominada una caja fría para prevenir la ganancia de calor y localizar la operación de baja temperatura. Antes de describir el sistema de refrigeración ternario, se describirá el flujo del gas de carga a través del sistema con ejemplos de temperaturas específicas solo con fines de ilustración.

La alimentación del gas de carga 22, que es el gas de pirólisis acondicionado según sea necesario y enfriado, típicamente está a una temperatura de aproximadamente 15°C a 20°C y una presión de aproximadamente 3,45 MPa (500 psi), y típicamente es una corriente de vapor. El gas de carga contiene hidrógeno, metano y componentes C₂ y más pesados incluyendo etileno y propileno. El gas de carga 22 se enfría progresivamente mediante el sistema de refrigeración de la presente invención en los intercambiadores de calor 10, 12, 14, 16, 18 y 20, haciéndose las separaciones adecuadas para producir alimentaciones al desmetanizador. El gas de carga 22 se enfría primero en los intercambiadores de calor 10 y 12 hasta aproximadamente -35°C en 23. En el intercambiador de calor 14, el gas de carga se enfría desde -35°C a -60°C en 24. En el intercambiador de calor 16, se enfría desde -60°C a -72°C separándose el condensado 25 del efluente 26 en 28. El condensado 25 es una alimentación inferior al desmetanizador (no se muestra). El vapor restante 30 después se enfría desde -72°C a -98°C en el intercambiador de calor 18, separándose el condensado 32 del efluente 34 en 36. Este condensado 32 es una alimentación media al desmetanizador. Después el vapor 38 se enfría más en el intercambiador de calor 20 desde -98°C a -130°C, separándose el condensado 40 del efluente 42 en 44. El condensado 40 es una alimentación superior del desmetanizador. El vapor restante 46 después se separa (no se muestra) para producir la corriente de hidrógeno 48 y la corriente de metano de baja presión 50. El bucle de enfriamiento 52 en el intercambiador de calor 20 es para enfriar y condensar parcialmente la cabeza del desmetanizador de baja presión para generar reflujo. El vapor de cabeza restante del desmetanizador forma la corriente de metano de alta presión 54. La corriente de hidrógeno 48 y las corrientes de metano de baja y alta presión 50 y 54 proporcionan enfriamiento adicional en los intercambiadores de calor. Para completar la descripción del flujo del gas de carga, es la parte inferior del desmetanizador la que contiene los componentes C₂ y más pesados que son enviados para la recuperación del etileno y propileno y otros componentes.

Además, de la corriente del gas de carga y las corrientes de refrigerante ternario, las corrientes 55, 56, 57 y 58 son diferentes corrientes de la instalación de etileno a diferentes temperaturas que también pasan por los intercambiadores de calor para la recuperación de frío. Simplemente como ejemplos, la corriente 55 es para la recuperación del frío del evaporador lateral del desmetanizador de baja presión. La corriente 56 recupera el frío de la alimentación del desmetanizador y el evaporador inferior del desmetanizador de baja presión. La corriente 57 es para la recuperación de la alimentación del desmetanizador, el reciclado de etano, el evaporador lateral del fraccionador de etileno y el evaporador inferior del producto de etileno. La última corriente 58 cubre la recuperación del frío de la alimentación del desmetanizador inferior, el producto de etileno y el reciclado de etano.

La eficacia máxima de la transferencia de calor entre un fluido caliente y un fluido frío se logra cuando la diferencia de temperatura es pequeña. Un refrigerante mixto, tal como se propone en esta invención, tiene una temperatura creciente con vaporización creciente, a una presión fija. En esto se distingue de un refrigerante de componente puro que vaporiza a una temperatura constante a una presión fija. Por lo tanto, los sistemas de refrigeración de componente puro tienden a ser más eficaces cuando las temperaturas de condensación del procedimiento no

cambian, o no cambian relativamente, cuando se enfrían, y son relativamente menos eficaces cuando las temperaturas del procedimiento disminuyen cuando se enfrían. Para sistemas de refrigeración mixtos, tales como los propuestos en esta invención, las ventajas relativas se invierten.

5 En una instalación de etileno, algunos de los servicios de enfriamiento que requieren refrigeración están a temperaturas relativamente constantes y algunos están a temperaturas decrecientes. En la solicitud de patente de EE.UU. pendiente, de número de serie 09/862.253, titulada, "Tertiary Refrigeration System for Ethylene Plants", y presentada el 22 de mayo, 2001, se describe un sistema de refrigeración mixto para instalaciones de etileno que remarca una composición constante a lo largo de todo el sistema. Por lo tanto, se ha entendido una eficacia algo menor en los servicios de transferencia de calor a temperatura constante. La presente invención propone mejorar la
10 eficacia del sistema de refrigeración mixto variando la composición del refrigerante mixto usado para estos servicios de transferencia de calor a temperatura constante. Esta invención se dirige en especial al sistema de refrigeración usado en la separación del etileno del etano que tiene un requisito de refrigeración muy grande. El concepto también se puede usar para otros servicios de transferencia de calor a temperatura constante con menor trabajo de transferencia de calor tal como el desetanizador.

15 Para los fines de la presente invención, el trabajo total del condensador del fraccionador de etileno 59, el trabajo total del condensador del desetanizador 69 y el trabajo total del condensador del despropanizador de baja presión 79 se gestionan fuera de la caja fría con especial atención. Como se sabe a partir de la termodinámica, la condensación de la corriente del procedimiento con temperatura constante, tal como la cabeza del fraccionador de etileno y la cabeza del desetanizador, así como la cabeza del despropanizador si se usa una sola torre de presión baja, será menos
20 eficaz si se usa un sistema de refrigeración mixto donde la curva de vaporización se inclina con la temperatura. El planteamiento de amplia temperatura final de enfriamiento indica ineficacia y da como resultado un mayor consumo de energía para el sistema de refrigeración ternario. Para hacer el sistema ternario competitivo en consumo de energía respecto a un sistema diseñado con compresores separados, en el sistema ternario de la presente invención se pide un concepto para generar una corriente de refrigerante pesado que se acerca a la refrigeración de propileno convencional. En la presente invención, la composición de la corriente 80, que suministra la refrigeración normalmente suministrada por un compresor de propileno separado, típicamente es mayor que 80 por ciento en moles de propileno.

Volviendo ahora al propio sistema de refrigeración, el refrigerante ternario identificado anteriormente es una mezcla de metano, etileno y propileno, y se comprime mediante el compresor de refrigeración de múltiples etapas 60. En la
30 realización ilustrada, hay tres etapas del compresor 61, 64 y 66 con un enfriador intermedio. El enfriador intermedio 70 está en la descarga de la segunda etapa. La descarga final 76 se condensa parcialmente en el enfriador de descarga 74 mediante agua enfriada y después se separa en el tambor 78 para proporcionar el refrigerante líquido pesado 80. El vapor restante 82 del tambor 78 se enfría en el intercambiador 10 mediante el refrigerante pesado del tambor 78 y se condensa parcialmente y después se separa en el tambor 88 para generar un refrigerante líquido
35 medio 90 y un refrigerante vapor ligero 92 por separación de fases. El refrigerante vapor ligero generado del tambor 88 se enfría en el intercambiador 12, 14 y 16 mediante el refrigerante líquido medio y después se condensa en el intercambiador 18 por autorrefrigeración. Las condiciones de funcionamiento típicas y el intervalo de las condiciones de funcionamiento para el compresor son las siguientes:

	Intervalo de presión de succión	Condiciones de succión típicas	
	MPa	MPa	grados C
1ª Etapa	0,011 - 0,016	0,014	-40
2ª Etapa	0,40 - 0,55	0,50	-10
3ª Etapa	0,90 - 1,40	1,20	30

40 El refrigerante ligero 92 del tambor 88 pasa por los intercambiadores de calor 12 a 18 y se condensa y envía al tambor de refrigerante ligero 89. Después se subenfriado a aproximadamente -130°C a la salida 94 del intercambiador de calor 20 y después se vaporiza instantáneamente a través de la válvula 96 para proporcionar la temperatura de refrigeración más baja de -140°C a -145°C. Este nivel de refrigeración proporciona el enfriamiento de la corriente de gas de carga en 42 a -130°C o menor y para proporcionar suficiente enfriamiento en el bucle 52 para generar reflujo de la cabeza del desmetanizador.
45

La temperatura del gas de carga en la corriente 34 típicamente está en -98°C mediante el control del flujo del refrigerante ligero en la corriente 100. Típicamente, la refrigeración suministrada por la corriente 102 alcanzará el requisito de refrigeración en los intercambiadores de calor 20 y 18. El refrigerante ligero finalmente se sobrecalienta a aproximadamente -45°C en el intercambiador de calor 14. Esto proporciona la temperatura de sobrecalentamiento deseada de 5 a 15°C cuando se mezcla con las porciones de las corrientes de refrigerantes pesado y medio para volver al tambor de succión de la primera etapa 104.
50

El líquido 90 del tambor 88 es el refrigerante medio que es subenfriado cuando pasa por los intercambiadores de calor 12, 14 y 16. Este refrigerante medio controla la temperatura del gas de carga en 24 y 26 mediante la vaporización instantánea del refrigerante subenfriado a través de las válvulas 98 y 108. Desde las válvulas 98 y 108, el refrigerante medio refluje a través de los intercambiadores de calor 16, 14 y 12 y después al tambor de succión
55

104 para la primera etapa del compresor 61. Desde la válvula 106, el refrigerante medio refluye a través de los intercambiadores de calor 12 y 10 y después al tambor de succión 112 para la segunda etapa del compresor 64. El refrigerante pesado 80 del tambor 78 es propileno en aproximadamente 88%. Este líquido suministra cuatro trabajos principales, es decir, el enfriamiento para el condensador del fraccionador de etileno 59, el enfriamiento para el condensador del desetanizador 69, el enfriamiento para el condensador del despropanizador de baja presión 79 y el requisito de refrigeración principal en el intercambiador de calor 10 para soportar la autorrefrigeración del sistema de refrigeración ternario. Los grados de subenfriamiento del refrigerante pesado que sale del intercambiador de calor 12 son flexibles entre -10°C y -35°C. La siguiente tabla es un resumen de las corrientes de succión al compresor y los flujos del compresor.

Etapas	Tipo de refrigerante	% en peso del flujo total	PM medio
1ª Etapa de succión	100% Refrigerante ligero Refrigerante medio Refrigerante pesado	10,0 5,0 60,0	
1ª Etapa de flujo		75,0	38,1
2ª Etapa de entrada lateral	Refrigerante medio y pesado	10,0	
2ª Etapa de flujo		85,0	38,2
3ª Etapa de entrada lateral	Refrigerante pesado	15,0	
3ª Etapa de flujo		100	38,6

Como se muestra en la tabla anterior, la división del refrigerante con el propósito de ahorrar energía y después la combinación de los refrigerantes, en particular la recombinación en la primera etapa del compresor de los refrigerantes ligero y la mayor parte del pesado junto con algo de refrigerante medio para proporcionar casi 75% del flujo total en la primera etapa, estabiliza los rotores del compresor. Con 75% del flujo total en la primera etapa y un peso molecular relativamente uniforme siempre, que preferiblemente varía menos de 5% y lo más preferiblemente varía menos de 2%, un control de la velocidad normal de la turbina por la presión del tambor de succión de la primera etapa se hace igualmente aplicable al sistema de compresores de refrigerante ternario, que a un sistema de compresores de refrigerante único. Con respecto al control de los trabajos de enfriamiento del procedimiento, las variables que se pueden usar incluyen el control de la temperatura crítica, el ajuste de la composición total del refrigerante, el ajuste de la temperatura en los tambores de separación 78 y 88 y el ajuste de las condiciones de funcionamiento del compresor.

El sistema de refrigeración ternario de bucle cerrado con tres o más etapas intermedias de la presente invención proporciona un sistema versátil en el que se pueden formar diferentes composiciones de refrigerantes y se pueden proporcionar diferentes niveles de refrigeración. Esto proporciona el control de temperatura preciso de una forma eficaz y económica. Por lo tanto, un solo sistema de refrigeración ternario de bucle cerrado puede proporcionar adecuadamente toda la refrigeración necesaria a toda la instalación de etileno con un desmetanizador de baja presión o de alta presión con un consumo de energía competitivo y un coste total menor de la instalación.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un procedimiento para producir olefinas a partir de un gas de carga que contiene hidrógeno, metano, etileno y otros hidrocarburos C₂ y más pesados, en donde dicho gas de carga y corrientes adicionales del procedimiento de la instalación de olefina se enfrían por un sistema de refrigeración que tiene una serie de intercambiadores de calor, funcionando el sistema de refrigeración mediante las siguientes etapas de:
- 5
- (a) compresión de un vapor refrigerante ternario que comprende una mezcla seleccionada de metano, etileno y propileno en un compresor de múltiples etapas que tiene una primera etapa, al menos una etapa intermedia y una etapa final con una descarga de etapa final;
 - 10 (b) enfriamiento para condensar una parte de dicho vapor refrigerante ternario de dicha descarga de etapa final para formar un vapor refrigerante ternario restante y un refrigerante líquido pesado que tiene un porcentaje mayor de propileno que dicha mezcla seleccionada;
 - (c) separación de dicho refrigerante líquido pesado de dicho vapor refrigerante ternario restante en un separador;
 - 15 (d) enfriamiento para condensar al menos una parte de dicho vapor refrigerante ternario restante de dicho separador y así formar un refrigerante líquido medio y formar un refrigerante de vapor ligero de cualquier parte no condensada del mismo;
 - 20 (e) puesta en contacto de dichos refrigerantes líquidos pesado y medio y cualquier refrigerante vapor ligero en el intercambiador de calor consigo mismo y entre sí y con dicho gas de carga y corrientes adicionales del procedimiento de la instalación de olefina en dicha serie de intercambiadores de calor, de modo que dichos gas de carga y corrientes adicionales del procedimiento de la instalación de olefina y dichos refrigerantes líquidos pesado y medio se subenfrian y después se calientan y se vaporizan, y dicho refrigerante vapor ligero primero se enfría y condensa y después se vaporiza; y
 - (f) devolución de dichos refrigerantes vaporizados ligero y medio y pesado a dicho compresor.
- 2.- Un procedimiento según la reivindicación 1, en donde dicha etapa de enfriamiento para condensar una parte de dicho vapor refrigerante ternario comprende la etapa de enfriar con agua de enfriamiento.
- 25
- 3.- Un procedimiento según la reivindicación 2, en donde dicho refrigerante líquido medio y dicho refrigerante vapor ligero se forman por condensación parcial de dicho vapor no condensado usando dicho refrigerante líquido pesado.
- 4.- Un procedimiento según la reivindicación 2, en donde dicho refrigerante vapor ligero se condensa parcialmente mediante dicho refrigerante líquido medio y se condensa totalmente por autorrefrigeración mediante dicho refrigerante vapor ligero.
- 30
- 5.- Un procedimiento según la reivindicación 1, que además incluye la etapa de usar dicho refrigerante vaporizado pesado para enfriar uno o más de un fraccionador de etileno, un condensador de desetanizador y un condensador de despropanizador de baja presión.
- 6.- Un procedimiento según la reivindicación 1, en donde la composición de dicho propileno en dicha descarga de etapa final es mayor que 50 por ciento en moles.
- 35
- 7.- Un procedimiento según la reivindicación 6, en donde la composición de propileno en dicho refrigerante líquido pesado es mayor que 80 por ciento en moles.
- 8.- Un procedimiento según la reivindicación 1, en donde la variación de peso molecular en dichas etapas del compresor es menor que 5%.
- 40
- 9.- Un procedimiento según la reivindicación 1, en donde la variación de peso molecular en dichas etapas del compresor es menor que 2%.

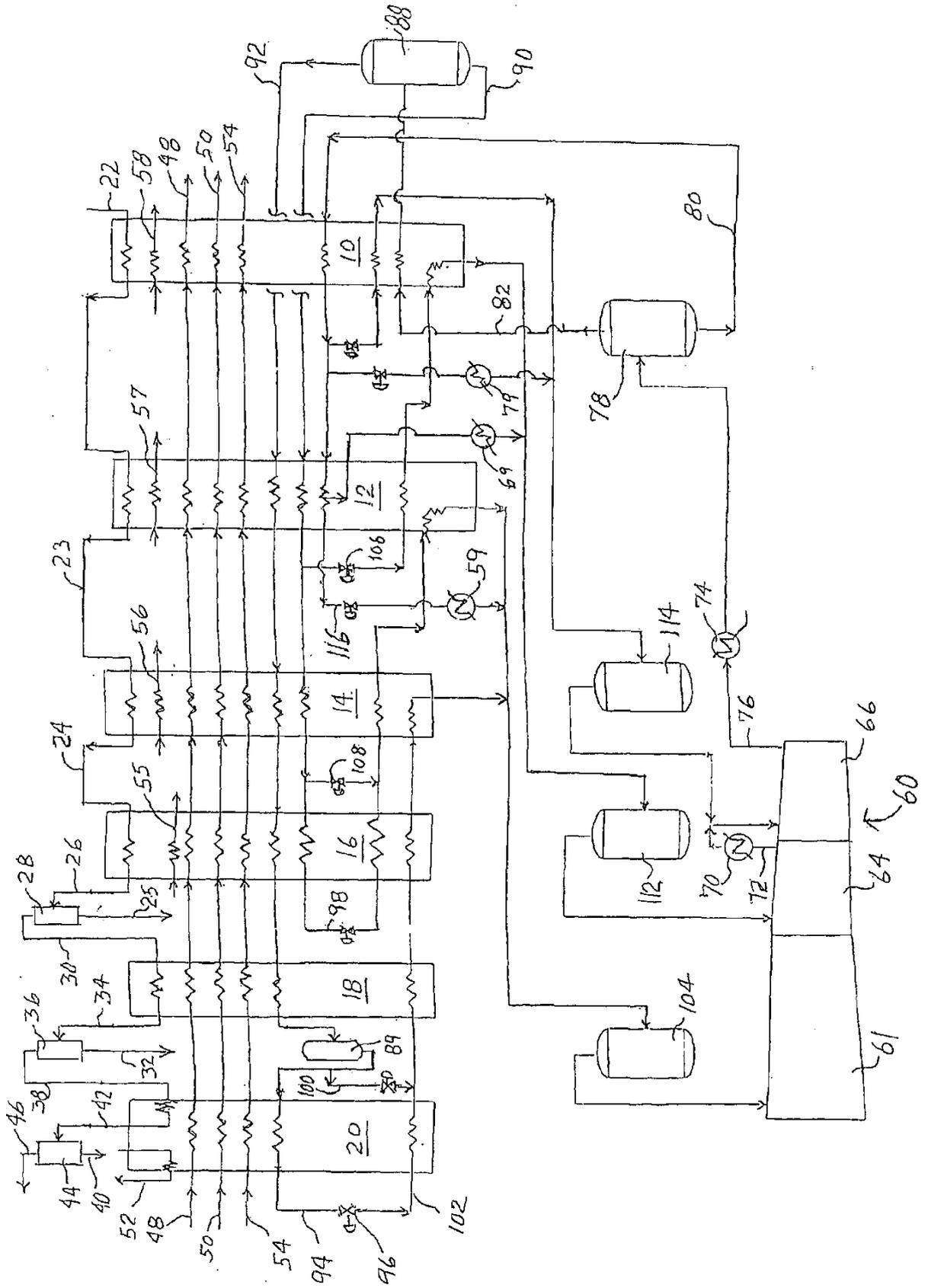


FIGURA 1