

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 479**

51 Int. Cl.:  
**B01D 53/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07841211 .1**  
96 Fecha de presentación: **22.08.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2054129**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.05.2009**

54 Título: **Método y aparato perfeccionados para reciclaje de atmósfera protectora**

30 Prioridad:  
**23.08.2006 US 839427 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**21.08.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**21.08.2012**

73 Titular/es:  
**LUMMUS TECHNOLOGY INC.  
1515 BROAD STREET  
BLOOMFIELD, NJ 07930, US**

72 Inventor/es:  
**LOMAX, Franklin D., Jr.;  
TODD, Richard S.;  
SKARKA, Milan J.;  
MCCULLOUGH, Edward T.;  
PATEL, Ronak y  
HEINRICHS, Christopher P.**

74 Agente/Representante:  
**Linage González, Rafael**

**ES 2 386 479 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 y aparato perfeccionados para reciclaje de atmósfera protectora

5 **Antecedentes de la invención**Campo de la invención

10 La presente invención se refiere al procesamiento y reciclaje de gas de atmósfera protectora agotado, contaminado con materiales incrustantes subproductos de la descomposición orgánica durante un procesamiento térmico.

Discusión de antecedentes

15 El gas de atmósfera protectora utilizado en el tratamiento térmico u otro procesamiento térmico, ha sido desechado en gran medida después de su uso en las industrias en que los componentes que están siendo tratados están recubiertos de, o vinculados a, especies orgánicas. Los ejemplos incluyen el recocido por lotes de metal recubierto con aceites de laminación residuales y la reducción y/o sinterización de polvos o fibras de metal combinados con ligantes orgánicos. Los gases de atmósfera agotados, normalmente a baja presión, han sido considerados demasiado proclives a la formación de depósitos incrustantes como para ser comprimidos, y mucho menos para ser purificados y/o reciclados de algún otro modo. Esto es cierto incluso cuando las impurezas totales son extremadamente bajas.

25 Los inventores de la presente invención han descubierto que estas tendencias de incrustación se derivan normalmente de la formación de hidrocarburos aromáticos poli-cíclicos (PAH's) durante la etapa de procesamiento térmico. La mayor parte de los compuestos de este tipo forman depósitos sólidos en condiciones estándar. Estos sólidos son propensos a la deshidrogenación térmica adicional con una tendencia eventual a formar una gama de sólidos adherentes conocidos como "barniz", "alquitrán" o "coque". Estas tendencias de incrustación son especialmente intensas cuando se comprimen mezclas de gases que contienen estos compuestos, por dos razones. En primer lugar, al incrementar la presión de la mezcla se incrementa la tendencia termodinámica hacia la formación de sólidos durante el enfriamiento inter-etapa, puesto que la presión parcial de los contaminantes se incrementa. Y en segundo lugar, las altas temperaturas experimentadas en muchos ciclos de compresión pueden acelerar la formación de productos de descomposición térmica tal como el barniz, el alquitrán o el coque. Si éstos se forman en partes móviles críticas, tal como válvulas compresoras, entonces se acelerará considerablemente un mal funcionamiento.

35 El documento WO 00/10950 divulga un método para controlar la deposición de incrustantes tal como los compuestos aromáticos poli-nucleares sobre las superficies internas del equipo en un tren de procesamiento utilizado para procesar una corriente de producto obtenida por deshidrogenación de un compuesto alifático que contiene de 2 a 5 átomos de carbono, en el que se ha introducido en el tren de procesamiento una cantidad efectiva de solvente líquido que tiene al menos un grupo hidroxilo y un punto de ebullición de aproximadamente 64,7 °C, haciéndose pasar el solvente a través de al menos una parte del tren de procesamiento, después de lo cual se extrae del tren de procesamiento.

**Sumario de la invención**

45 En un esfuerzo por eliminar los problemas citados anteriormente, la invención ha ideado un método y un aparato para el reciclaje de los gases atmosféricos agotados, que reducen ventajosamente el consumo neto de gas de la atmósfera. De ese modo, la presente invención proporciona ventajosamente un método y un aparato para facilitar el procesamiento de gases de la atmósfera contaminados con materiales incrustantes subproductos de la descomposición orgánica, según se define en las reivindicaciones principales 1 y 19 anexas.

50 Las realizaciones particulares del aparato conforme a la invención se definen en las reivindicaciones 2 a 18 dependientes, mientras que las realizaciones particulares del método conforme a la invención se definen en las reivindicaciones 20 a 36 anexas.

55 Por consiguiente, la presente invención proporciona ventajosamente métodos de operación del equipo de tratamiento térmico que emplea atmósferas protectoras para tratamiento de materiales que incluyen recubrimientos o ligantes orgánicos para evitar la formación de depósitos incrustantes en un aparato de reciclaje de gas.

60 La presente invención proporciona además ventajosamente un método y un aparato para extraer subproductos de descomposición vaporizados a partir del gas de la atmósfera agotado con anterioridad a la compresión en un aparato de reciclaje de gas.

65 La presente invención proporciona además ventajosamente un método y un aparato para comprimir gases de atmósfera agotados contaminados con subproductos de descomposición procedentes de recubrimientos y ligantes orgánicos, que impiden la formación de depósitos incrustantes.

Adicionalmente, la presente invención proporciona ventajosamente un método y un aparato para enfriar los gases de atmósfera agotados, comprimidos, contaminados con subproductos de descomposición procedentes de recubrimientos o ligantes orgánicos sin incrustación.

5 La presente invención proporciona también ventajosamente un método para reciclar gases de atmósfera agotados, contaminados con subproductos de descomposición procedentes de recubrimientos o ligantes orgánicos, que capturan las especies de subproductos sin agotarlas en el medio ambiente.

10 La presente invención proporciona además ventajosamente un método y un aparato para reciclar gases de atmósfera agotados, contaminados con subproductos de descomposición procedentes de recubrimientos o ligantes orgánicos, empleando al menos una etapa de compresión de desplazamiento positivo.

15 Adicionalmente, la presente invención proporciona ventajosamente un método y un aparato para reciclar gases de atmósfera agotados, contaminados con subproductos de descomposición procedentes de recubrimientos o ligantes orgánicos, empleando al menos una etapa de compresión de desplazamiento positivo lubricada con aceite.

20 Además, la presente invención proporciona ventajosamente un método y un aparato para reciclar gases de atmósfera agotados, contaminados con subproductos de descomposición procedentes de recubrimientos o ligantes orgánicos, empleando al menos una etapa de compresión de desplazamiento positivo lubricado con aceite, en la que el aceite utilizado para lubricar el engranaje de funcionamiento mecánico mantiene sus propiedades de lubricación originales.

#### Breve descripción de los dibujos

25 Una apreciación más completa de la invención y de muchas de las ventajas que se esperan de la misma resultarán fácilmente evidentes con referencia a la descripción detallada que sigue, en particular si se considera junto con los dibujos que se acompañan, en los que:

30 la figura 1 representa una vista esquemática de un sistema de compresión para gas contaminado;

la figura 2 representa una vista esquemática de un sistema de compresión con lubricación del compresor conforme a la presente invención;

35 la figura 3 es un diagrama que muestra los límites de solubilidad de los contaminantes hidrocarburos en dos lubricantes de compresor diferentes a temperatura ambiente;

la figura 4 representa una vista esquemática de un sistema de compresión de acuerdo con la presente invención con un separador de gas situado por debajo de un enfriador de gas;

40 la figura 5 representa una vista esquemática de un sistema de compresión de acuerdo con la presente invención con un aparato separador de gas unificado, y

45 la figura 6 representa una vista esquemática de un sistema de compresión de acuerdo con la presente invención con un aparato separador de gas unificado con reciclaje de líquidos residuales a la entrada del sistema, medios de inyección de solvente, y medios de bombeo de líquido residual.

#### Descripción detallada de la invención

50 Las realizaciones de la presente invención van a ser descritas en lo que sigue con referencia a los dibujos que se acompañan. En la descripción que sigue, los elementos componentes que tienen sustancialmente la misma función y disposición, se han indicado mediante los mismos números de referencia, y las descripciones repetitivas se realizarán solamente cuando sea necesario.

55 La figura 1 representa una vista esquemática de un sistema de compresión que induce una corriente de gas 1, la cual puede ser enfriada en un intercambiador de calor o enfriador 2 hasta una temperatura de succión deseada. El gas enfriado pasa a continuación hasta un recipiente de amortiguación de pulsación o cámara 3 que minimiza las oscilaciones de presión causadas por la succión de un compresor 4 de gas. El compresor 4 puede ser un compresor de desplazamiento positivo o un compresor dinámico, que utiliza uno o más pistones de movimiento recíproco, tornillos o lóbulos giratorios, desplazamientos oscilantes, un compresor axial o centrífugo, o cualquier otro tipo de compresor. La descarga del compresor 4 está conectada a un amortiguador de pulsación o cámara 7, antes de entrar en un enfriador 8, donde es enfriada hasta una temperatura deseada con anterioridad a desplazarse hasta un recipiente final o cámara 9.

65 El gas 10 comprimido, enfriado, sale del recipiente 9 para su uso o su procesamiento adicional. Por ejemplo, el recipiente 9 puede servir como amortiguador de pulsación con anterioridad a las etapas de compresión adicionales,

como en un compresor de pistón recíproco multi-etapa. El recipiente 9 puede servir también como recipiente de separación de partículas líquidas y/o sólidas. A este fin, el recipiente 9 puede estar dotado de deflectores internos, elementos de filtro, medios de llenado, una sección de ciclón, u otros medios para realizar una separación por gotas. De igual modo, el recipiente 3 de amortiguación de succión puede servir también como dispositivo de separación anterior al compresor 4. Con el fin de evacuar el material separado desde los recipientes 3 y 9, éstos se han dotado de drenajes con válvulas 5 y 11 de drenaje, respectivamente. Las válvulas de drenaje pueden ser válvulas manuales o válvulas automatizadas. Las válvulas de drenaje pueden ser accionadas también por medio de sensores 6 y 12 de nivel, los cuales pueden ser de cualquier tipo de sensor de nivel, tal como por radar, de capacitancia, de conductividad térmica, ultrasónicos, de flotación mecánica, u ópticos, según sea adecuado para el material que se va a recoger. En lugar de los sensores 6 y 12 de nivel, las válvulas 5 y 11 de drenaje pueden estar automatizadas en base a temporizadores, al número de vueltas del compresor, o a otros medios. El método de automatización no limita la presente invención en modo alguno.

La Tabla 1 que sigue muestra composiciones representativas de contaminantes condensados a partir de gas de atmósfera de tratamiento térmico a 0 °C. Todos estos compuestos son hidrocarburos poli-aromáticos, y todos son sólidos a temperatura ambiente. Estos compuestos, así como otros hidrocarburos, vapor de agua, y sólidos pueden estar presentes en la corriente 1 de atmósfera de entrada en una concentración superior a 1.000 partes por millón. Tales concentraciones pueden dar como resultado incrustaciones rápidas en los enfriadores 2 y 8, lo que da como resultado una reducción indeseada en cuanto al tiempo necesario para operaciones de mantenimiento. Incluso aunque las concentraciones, la temperatura y la presión sean tales que no se produzcan las incrustaciones en el intercambiador de calor 2 o en el recipiente 3, la presión total más alta del gas en el intercambiador de calor 8 y en el recipiente 9 podría dar como resultado la formación de depósitos de incrustación. De igual modo, si el gas 10 del producto se comprime en etapas de compresión posteriores, según puede ser deseable para efectuar la mejor purificación del gas, las etapas subsiguientes pueden experimentar incrustaciones.

Tabla 1

Nº de muestra	Cantidad detectada (en µg) para una inyección de 1,0 µl de muestra									
	Naftaleno	Acenafileno	Acenafteño	Fluoreno	Antraceno / fenantreno	Fluoranteno	Pireno	Criseno / Benz[ <i>a</i> ]antraceno	Benzofluoroantenos	Benz[ <i>a</i> ]pireno
1	0,289	0,016	0,010	0,096	0,439	0,200	0,174	0,008	0,010	-
2	0,037	-	0,027	0,028	0,054	-	0,003	-	-	-
3	11,24	0,873	0,171	0,837	0,508	0,508	0,329	0,128	0,034	0,030
4	7,271	0,424	0,148	0,453	0,128	0,128	0,105	0,006	-	-
5	0,060	-	-	1,805	0,802	0,197	0,089	-	-	-
6	-	-	-	1,017	3,040	0,520	0,238	0,074	-	-
7	-	-	0,024	2,596	1,133	0,190	0,108	-	-	-

La figura 2 muestra un esquema de compresión alternativo de acuerdo con la presente invención, en el que el compresor 4 se ha dotado de una fuente de solvente 21, el cual es en este caso lubricante, a través de una bomba 22. Puesto que ahora se puede recoger una mezcla de líquido en el recipiente 7 amortiguador de pulsación de descarga, el recipiente 7 está dotado de un drenaje con una válvula 23 de drenaje. La válvula 23 de drenaje puede ser accionada manualmente o accionada de forma automática (por ejemplo, mediante el uso de un conmutador 24 de nivel, o mediante otro medio), según se ha descrito en lo que antecede. La adición de lubricante 21 sirve ventajosamente para aumentar la vida del sellado de desgaste del compresor 4.

Los inventores han determinado que la composición química y la tasa adicional de lubricante 21 pueden ser seleccionadas ventajosamente de modo que segreguen los contaminantes en la corriente 1 de materia prima según una mezcla de líquido del solvente y cualesquiera contaminantes atrapados o disueltos en el solvente, la cual puede ser recogida en cámaras 7 y 9 y descargada a través de las válvulas 23 y 11, respectivamente. El lubricante puede ser el mismo lubricante utilizado para lubricar el compresor 4 en sí mismo. Puesto que el hidrocarburo, el agua y los contaminantes sólidos disueltos podrían alterar las propiedades del lubricante, se prefiere que se emplee un suministro de lubricante que esté separado del suministro de lubricante para los componentes mecánicos del

compresor. El uso de un suministro de aceite separado en los compresores, especialmente en los compresores de desplazamiento positivo, se utiliza ampliamente en la práctica. Por ejemplo, se sabe que todos los compresores de paletas giratorias, tornillo giratorio, desplazamiento oscilante, lóbulo rotativo, y pistón alternativo, operan con un suministro de lubricante para los pasos de gas y un segundo suministro para el aparato mecánico.

5 La figura 3 muestra los límites de solubilidad de hidrocarburos contaminantes representativos en dos lubricantes de compresor diferentes a temperatura ambiente. Los contaminantes de punto de fusión más bajo, tal como el naftaleno, tienen unos límites de solubilidad más altos en cuanto a lubricante a temperatura ambiente que los que lo tienen más alto. Además, en este ejemplo, el lubricante de viscosidad más baja disolvió ventajosamente una mayor  
10 proporción de contaminantes. Puesto que diferentes corrientes de gas pueden portar diferentes contaminantes, no es posible identificar un lubricante preferido para todos los casos; sin embargo, es muy importante establecer los límites de solubilidad para asegurar que el lubricante elegido tiene una capacidad adecuada para disolver los contaminantes en cuestión a temperaturas de interés. Todos los contaminantes ilustrados en la figura 3 se disolvieron completamente en ambos lubricantes a 100 °C a un nivel de concentración de 1 g/ 10 ml. Por lo tanto, la  
15 prevención local de incrustaciones dentro del sistema de compresión de acuerdo con la presente invención puede estar afectada por las cantidades relativas de lubricante y flujo contaminante, y por la composición química del lubricante.

20 La figura 4 ilustra otra realización del sistema de compresión de la presente invención donde el amortiguador 7 de descarga de compresor de las figuras 1 y 2 ha sido sustituido por una cámara 31 separadora inferior. La cámara 31 separadora inferior está situada parcialmente, o totalmente, por debajo del enfriador 33, el cual está dispuesto de modo que el líquido de condensación es drenado hacia la cámara 31 separadora. El enfriador 33 está conectado con una cámara 32 separadora superior, la cual está parcialmente, o totalmente, por encima de la cámara separadora 31 y está en comunicación de fluido con la descarga del enfriador 33. En esta realización, los compuestos que tienen  
25 una temperatura de saturación más baja que los presentes de otra manera en el compresor 4, se descargan continuamente por drenaje, o reflujo, en la cámara 31 separadora inferior. Este material reduce la temperatura en la cámara 31 separadora, pero también da como resultado una limpieza continua de depósitos sólidos de las superficies del enfriador 33 y de la cámara 31 separadora. Esto da como resultado una concentración global más baja de compuestos de alta temperatura de saturación en la mezcla líquida recogida en la cámara 31 separadora que va a ser drenada a través de un drenaje dotado de una válvula 34 de drenaje, que puede estar activada por el sensor 36 de nivel, o por otros medios. Aunque es concebible, bajo algunas circunstancias, que no se acumule ningún líquido en la cámara 32 separadora superior, se puede proporcionar una disposición para acumulación y extracción de líquido a través de un drenaje con una válvula 35 de drenaje y un sensor 37 de nivel. Según se muestra en la figura 4, los elementos funcionales de esta realización pueden ser combinados en un único conjunto  
30 mecánico. Alternativamente, el aparato puede estar construido mediante una pluralidad de sub-conjuntos.

La figura 5 muestra una realización alternativa del sistema de la figura 4 en la que el conjunto 30 separador consiste en un único aparato. En esta realización, el enfriador 33 está dotado de un tubo que tiene una entrada en comunicación de fluido con la cámara 31 separadora inferior, y una descarga 38 que está en comunicación de fluido con la cámara 32 separadora superior. En esta realización, el enfriador 33 es un enfriador extraíble, del tipo de paquete de tubos en U, con un fluido de enfriamiento admitido a través de la válvula 40, y que pasa a través del indicador 41 de flujo. La temperatura del gas 10 descargado desde la cámara 32 superior puede ser utilizada ventajosamente para controlar el caudal a través de la válvula 40. Este control puede ser realizado de forma manual o automática, a través de un controlador electrónico, o a través de un controlador mecánico, tal como una válvula termostática. El conjunto separador 30 está dotado ventajosamente de un medio 43 de coalescencia de gotas para impedir el arrastre de contaminantes líquidos o sólidos en la corriente 10 de gas. La coalescencia de gotas puede ser realizada a través de un lecho empaquetado, un filtro de cartucho, u otros medios conocidos por los expertos en la materia. Aunque las cámaras 32 y 31 superior e inferior han sido mostradas con un mismo diámetro en la figura 5, estas cámaras pueden estar dotadas de diámetros diferentes. Además, estas cámaras pueden estar provistas, cada una de ellas, de límites de presión separados, mientras que la figura 5 ilustra un único límite de presión, compartido, que separa las cámaras.

Las figuras anteriores ilustran realizaciones de la presente invención que son útiles cuando el gas de alimentación 1 no esté contaminado con especies que formen depósitos incrustantes a la presión y temperatura existentes en el enfriador 2. La figura 6 muestra una realización de la presente invención que es ventajosa para situaciones en las que son posibles las incrustaciones en el enfriador 2 o en el recipiente 3 amortiguador. En esta realización, la mezcla de lubricante y de corrientes de contaminantes condensados procedentes de las válvulas 34 y 35 son suministradas al recipiente 3, por ejemplo, la mezcla puede ser devuelta a la entrada del enfriador 2 en el punto 50 (según se ha representado en la figura 6), la cual se desplaza a continuación hasta el recipiente 3, o alternativamente la mezcla puede ser retornada al recipiente 3 directamente, a la tubería que transporta el gas 1 hasta el recipiente 3 en una posición corriente arriba del recipiente 3 (ya sea corriente arriba o corriente abajo del enfriador 2, si tal enfriador 2 está presente), o incluso a la tubería en una posición corriente abajo del recipiente 3 de tal modo que se utiliza entonces la gravedad para alimentar la mezcla al recipiente 3. Puesto que los líquidos procedentes de las válvulas 34 y 35 se mezclan con el lubricante, éstos tienen un peso molecular, una temperatura de saturación y un punto de fusión más bajos que los componentes que podrían formar depósitos a las bajas temperaturas y presiones características del enfriador 2 y del recipiente 3. De ese modo, estos líquidos pueden ser usados para disolver los

depósitos. Si se han proporcionado etapas de compresión adicionales para el gas 10 según se contempla en la presente invención, los líquidos capturados en los conjuntos 30 separadores asociados a esas etapas de compresión adicionales pueden ser retornados a la posición 50. Esos líquidos podrían ser de un peso molecular sucesivamente más bajo que los líquidos procedentes de las válvulas 35 y 34. En el límite de muchas etapas de compresión, los líquidos retornados podrían ser esencialmente sólo lubricante.

Con el fin de proporcionar la disposición del líquido de la mezcla procedente del recipiente 3 en un tanque alejado, o en una situación en la que la presión de gas en el recipiente 3 es insuficiente para realizar el flujo a través de la válvula 5, se puede prever ventajosamente una bomba 51. La bomba 51 podría estar dotada de una válvula 52 de presión de retorno para facilitar la operación continua que impida el enfriamiento y la solidificación del líquido de mezcla en la bomba 51. La válvula 5 podría ser utilizada aún para extraer líquido del sistema, y podría estar aún accionada por el sensor 6 de nivel, según se muestra.

Si no se desea el reciclaje de la mezcla procedente de las válvulas 34 y 35, o si la mezcla es aún difícil de manejar o provoca incrustaciones, se puede utilizar un puerto 55 en el recipiente 3 para la inyección de solvente. Tal inyección de solvente podría ser también llevada a la práctica en un punto que esté corriente arriba del enfriador 2. El uso de un solvente facilita la manipulación de contaminantes a concentraciones que de algún modo no sean demasiado altas para su disolución en el lubricante del compresor, o para economizar sobre el uso de lubricante del compresor. Alternativamente, se podría usar la inyección de solvente en vez de lubricación del compresor. Para disolver los contaminantes hidrocarburos tales como los de la Tabla 1, los solventes tales como los alcoholes, éteres, hidrocarburos ligeros, cloruro de dimetilo, gasolina y diesel pueden ser servir como solventes. Los inventores advierten de que otras impurezas pueden ser fácilmente disueltas en otros solventes. El uso de cualquier solvente útil para disolver los contaminantes presentes ha sido contemplado por la presente invención. En una realización de la presente invención, se ha previsto un medio 56 de coalescencia corriente abajo del punto 55 de inyección de solvente pero en comunicación de fluido con el recipiente 3, de tal modo que el líquido condensado pueda ser drenado hacia el recipiente 3. Esto proporciona ventajosamente un contacto íntimo entre el gas 1 y el solvente inyectado a través del punto 55, minimizando de ese modo la extracción de contaminantes.

En una realización adicional de la presente invención, el enfriador 2 puede ser un enfriador de contacto directo. Para contaminantes hidrocarburos se prefiere un enfriador de contacto directo que utilice un medio de enfriamiento en el que los contaminantes tengan solubilidad mínima. Un ejemplo de medio enfriador de ese tipo es el agua. Cuando se utiliza un enfriador 2 de agua de contacto directo, los contaminantes hidrocarburos inmiscibles pueden ser separados fácilmente, y el refrigerante puede ser reciclado indefinidamente. El enfriador 2 de contacto directo puede ser usado con lubricante reciclado que sea inyectado en el punto 50, con reinyección de lubricante directamente en el recipiente 3 de entrada, o sin reciclaje de lubricante. Diferentes composiciones, presiones y temperaturas del gas pueden hacer que cualquiera de esas rutas sea deseable, de tal modo que ninguna de ellas es inherentemente preferible.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un aparato de reciclaje para gas (1) de atmósfera protectora agotado, contaminado con materiales incrustantes subproductos de descomposición orgánica, comprendiendo dicho aparato de reciclaje:
- 5 un compresor (4) que tiene una entrada conectada a una línea de suministro de gas de atmósfera protectora agotado,
- 10 un suministro de solvente configurado para suministrar solvente (21) a un paso de gas en, o corriente arriba de, dicho compresor (4),
- 15 una primera cámara (31) conectada a una salida de dicho compresor (4), estando dicha primera cámara (31) configurada para recibir gas comprimido desde dicho compresor y para recoger una mezcla que incluye el solvente y cualesquiera contaminantes atrapados o disueltos en el solvente,
- 20 una segunda cámara (32) conectada a una salida de la citada primera cámara (31), estando dicha segunda cámara (32) configurada para recibir gas comprimido desde dicho compresor y para recoger la mezcla que incluye el solvente y cualesquiera contaminantes atrapados o disueltos en el solvente,
- 25 un intercambiador de calor (33) previsto a lo largo de un conducto que conecta la citada segunda cámara a dicha primera cámara, estando dicho intercambiador de calor configurado para enfriar el gas comprimido en el interior de dicho conducto;
- estando dicha primera cámara (31) prevista a una altura operativa que está parcial o completamente por debajo de dicho intercambiador de calor (33), en la que cualquier líquido condensado en el interior de dicho intercambiador de calor (33) puede drenar hacia la citada primera cámara (31);
- estando dicha segunda cámara (32) prevista a una altura operativa que está parcial o completamente por encima de la citada primera cámara (31);
- 30 estando dicha primera cámara (31), dicho intercambiador de calor (33) y dicha segunda cámara (32) integrados en un único aparato (30);
- 35 caracterizado porque el citado único aparato (30) incluye:
- un recipiente que tiene una cámara inferior que define la citada primera cámara (31) y una cámara superior que define la citada segunda cámara (32), y
- 40 un tubo de flujo que tiene una primera abertura en comunicación de fluido con la citada cámara (31) inferior y una segunda abertura (38) que está en comunicación de fluido con la citada cámara (32) superior, extendiéndose dicho intercambiador de calor (33) por el interior de dicho tubo de flujo.
- 2.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha primera cámara (31) incluye un drenaje con una válvula (34) de drenaje configurada para descargar la mezcla desde la citada primera cámara.
- 45 3.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho suministro de solvente está configurado para suministrar lubricante (21) como solvente a dicho paso en, o corriente arriba de, dicho compresor (4).
- 50 4.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende además un suministro de lubricante mecánico configurado para alimentar lubricante a componentes mecánicos de dicho compresor (4), en el que dicho suministro de lubricante mecánico está separado de dicho suministro de solvente.
- 55 5.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha segunda cámara (32) incluye un drenaje con una válvula (35) de drenaje configurada para descargar la mezcla desde dicha segunda cámara.
- 60 6.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una tercera cámara (3) prevista corriente arriba de dicho compresor (4) y que tiene una entrada conectada a la línea de suministro de gas (1) de atmósfera protectora agotado;
- en el que dicha primera cámara (31) incluye un drenaje con una válvula (34) de drenaje configurada para descargar la mezcla desde la citada primera cámara, y
- 65 en el que dicho drenaje está configurado para suministrar la mezcla descargada a dicha tercera cámara (3).
- 7.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además un enfriador (2) previsto a lo

largo de un conducto que conecta la línea de suministro de gas (1) de atmósfera protectora agotado a dicha entrada de la citada tercera cámara (3), estando dicho enfriador configurado para enfriar el gas de atmósfera protectora agotado en el interior de dicho conducto.

5 8.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicho drenaje está configurado para suministrar la mezcla descargada a un paso de gas de dicho enfriador (2).

9.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicho drenaje está configurado para suministrar la mezcla descargada directamente en la citada tercera cámara (3).

10 10.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicho drenaje está configurado para suministrar la mezcla de descarga a un paso de gas que está corriente arriba o corriente abajo de dicha tercera cámara (3).

15 11.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 6, en el que:

dicha segunda cámara (32) incluye un drenaje adicional con una válvula (35) de drenaje adicional configurada para descargar la mezcla desde la citada segunda cámara, y

20 dicho drenaje adicional está configurado para suministrar la mezcla descargada a dicha tercera cámara (3).

25 12.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además un enfriador (2) previsto a lo largo de un conducto que conecta la línea de suministro de gas de atmósfera protectora agotado a dicha entrada de la citada tercera cámara (3), estando dicho enfriador configurado para enfriar el gas de atmósfera protectora agotado en el interior de dicho conducto; en el que dicho drenaje y dicho drenaje adicional están configurados para suministrar la mezcla descargada a un paso de gas de dicho enfriador (2).

30 13.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una cámara (3) adicional proporcionada corriente arriba de dicho compresor (4) y que tiene una entrada conectada a la línea de suministro de gas (1) de atmósfera protectora agotado.

35 14.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende además un enfriador (2) proporcionado a lo largo de un conducto que conecta la línea de suministro de gas de atmósfera protectora agotado a la citada entrada de dicha cámara (3) adicional, estando dicho enfriador configurado para enfriar el gas de atmósfera protectora agotado en el interior de dicho conducto.

15.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende además un segundo suministro (55) de solvente configurado para suministrar un segundo solvente a la citada cámara (3) adicional.

40 16.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 13, en el que:

dicha primera cámara (31) incluye una válvula (34) de drenaje configurada para descargar la mezcla desde la citada primera cámara, y

45 dicho drenaje está configurado para suministrar la mezcla descargada a dicha cámara (3) adicional.

17.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 16, en el que dicho drenaje está configurado para suministrar la mezcla descargada directamente en la citada cámara (3) adicional.

50 18.- El aparato de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 16, en el que dicho drenaje está configurado para suministrar la mezcla descargada a un paso de gas que está corriente arriba o corriente abajo de dicha cámara (3) adicional.

55 19.- Un método de reciclar gas de atmósfera protectora agotado, contaminado con materiales incrustantes subproductos de descomposición orgánica, comprendiendo dicho método:

recibir gas (1) de atmósfera protectora agotado,

suministrar un solvente (21) a un paso de gas portador del gas de atmósfera protectora agotado,

60 comprimir el gas de atmósfera protectora agotado en una posición en el, o corriente abajo del, suministro del solvente al paso de gas,

65 recibir el gas comprimido en el interior de una primera cámara (31) y recoger en la primera cámara una mezcla que incluye el solvente y cualesquiera contaminantes atrapados o disueltos en el solvente,

- enfriar el gas comprimido utilizando un intercambiador de calor (33), y
- recibir el gas comprimido, enfriado, en el interior de una segunda cámara (32) y recoger en la segunda cámara una mezcla que incluye el solvente y cualesquiera contaminantes atrapados o disueltos en el solvente;
- 5 en el que la primera cámara (31) ha sido proporcionada a una altura operativa que está parcial o completamente por debajo del intercambiador de calor (33),
- 10 en el que cualquier líquido condensado en el interior del intercambiador de calor (33) puede drenar hacia la primera cámara (31),
- en el que la segunda cámara (32) ha sido proporcionada a una altura operativa que está parcial o completamente por encima de la primera cámara (31),
- 15 en el que la primera cámara (31), el intercambiador de calor (33), y la segunda cámara (32) están integrados en un único aparato (30);
- caracterizado porque el aparato (30) único incluye:
- 20 un recipiente que tiene una cámara inferior que define una primera cámara (31) y una cámara superior que define la segunda cámara (32), y
- un tubo de flujo que posee una primera abertura en comunicación de fluido con la cámara (31) inferior y una segunda abertura (38) en comunicación de fluido con la cámara (32) superior, extendiéndose el intercambiador de calor (33) por el interior de dicho tubo de flujo.
- 25
- 20.- El método de acuerdo con la reivindicación 19, en el que el solvente (21) es lubricante del compresor.
- 21.- El método de acuerdo con la reivindicación 20, que comprende además suministrar lubricante mecánico a componentes mecánicos de dicho compresor (4), en el que el suministro de lubricante mecánico está separado del suministro de solvente.
- 30
- 22.- El método de acuerdo con la reivindicación 19, que comprende además:
- 35 recibir el gas de atmósfera protectora agotado en el interior de una tercera cámara (3) proporcionada en una posición corriente arriba de la compresión del mismo,
- suministrar la mezcla recogida en la primera cámara (31) a la tercera cámara (3), y
- 40 recoger la mezcla que incluye el solvente y cualesquiera contaminantes atrapados o disueltos en el solvente, en el interior de la tercera cámara (3).
- 23.- El método de acuerdo con la reivindicación 22, que comprende además enfriar el gas de atmósfera protectora agotado corriente arriba de la tercera cámara (3) utilizando un enfriador (2).
- 45
- 24.- El método de acuerdo con la reivindicación 23, en el que la mezcla recogida en la primera cámara (31) se suministra a un paso de gas del enfriador (2).
- 25.- El método de acuerdo con la reivindicación 22, en el que la mezcla recogida en la primera cámara (31) es suministrada directamente a la tercera cámara (3).
- 50
- 26.- El método de acuerdo con la reivindicación 22, en el que la mezcla recogida en la primera cámara (31) es suministrada a un paso de gas que está corriente arriba o corriente abajo de la tercera cámara (3).
- 55
- 27.- El método de acuerdo con la reivindicación 22, que comprende además suministrar la mezcla recogida en la segunda cámara (32) a la tercera cámara (3).
- 28.- El método de acuerdo con la reivindicación 27, que comprende además enfriar el gas de atmósfera protectora agotado corriente arriba de la tercera cámara (3) utilizando un enfriador (2); en el que la mezcla recogida en la primera cámara (31) y la mezcla recogida en la segunda cámara (32) son suministradas a un paso de gas del enfriador (2).
- 60
- 29.- El método de acuerdo con la reivindicación 19, que comprende además recibir el gas de atmósfera protectora agotado en el interior de una cámara (3) adicional proporcionada en una posición corriente arriba de la compresión del mismo.
- 65

30.- El método de acuerdo con la reivindicación 29, que comprende además enfriar el gas de atmósfera protectora agotado corriente arriba de la cámara (3) adicional utilizando un enfriador (2).

31.- El método de acuerdo con la reivindicación 29, que comprende además:

5 suministrar un segundo solvente a la cámara (3) adicional, y

recoger una mezcla que incluye el segundo solvente y cualesquiera contaminantes atrapados o disueltos en el segundo solvente, en el interior de la cámara (3) adicional.

10 32.- El método de acuerdo con la reivindicación 29, que comprende además:

suministrar la mezcla recogida en la primera cámara (31) a la cámara (3) adicional, y

15 recoger la mezcla que incluye el solvente y cualesquiera contaminantes atrapados o disueltos en el solvente, en el interior de la cámara (3) adicional.

33.- El método de acuerdo con la reivindicación 32, en el que la mezcla recogida en la primera cámara (31) es suministrada directamente a la cámara (3) adicional.

20 34.- El método de acuerdo con la reivindicación 32, en el que la mezcla recogida en la primera cámara (31) es suministrada a un paso de gas que está corriente arriba o corriente abajo de la cámara (3) adicional.

25 35.- El método de acuerdo con la reivindicación 19, en el que la compresión incluye al menos una etapa de compresión de desplazamiento positivo.

36.- El método de acuerdo con la reivindicación 19, en el que la compresión incluye al menos una etapa de compresión de desplazamiento positivo lubricado con aceite.

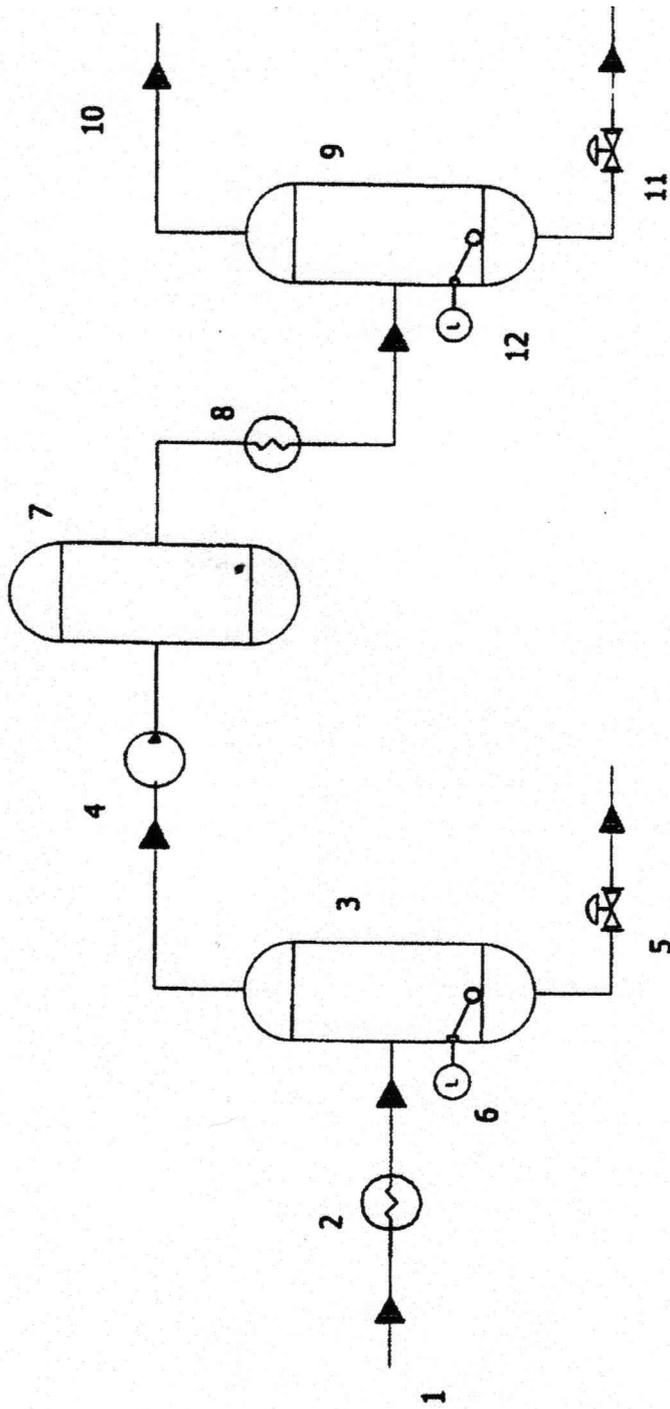


Figura 1

Figura 2

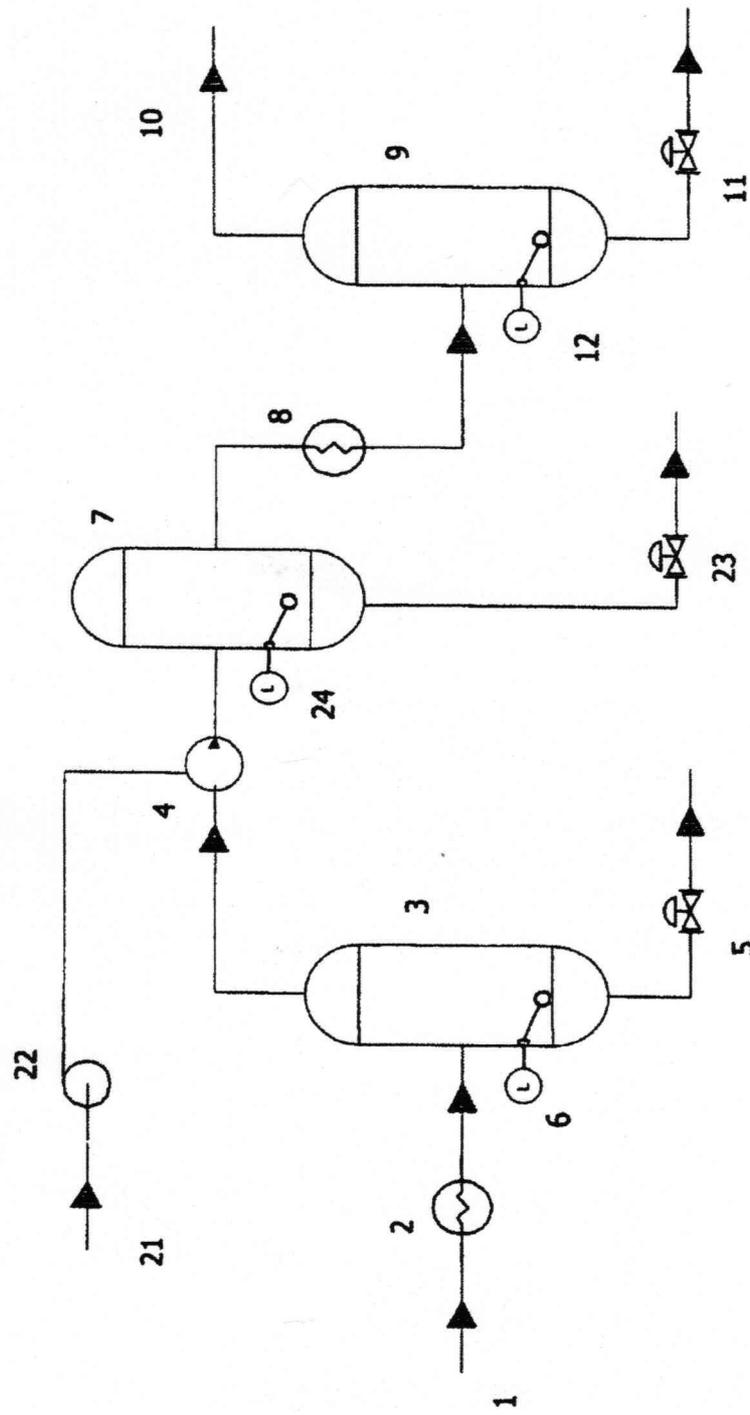


Figura 3: Solubilidad de componentes aromáticos en lubricantes de compresor

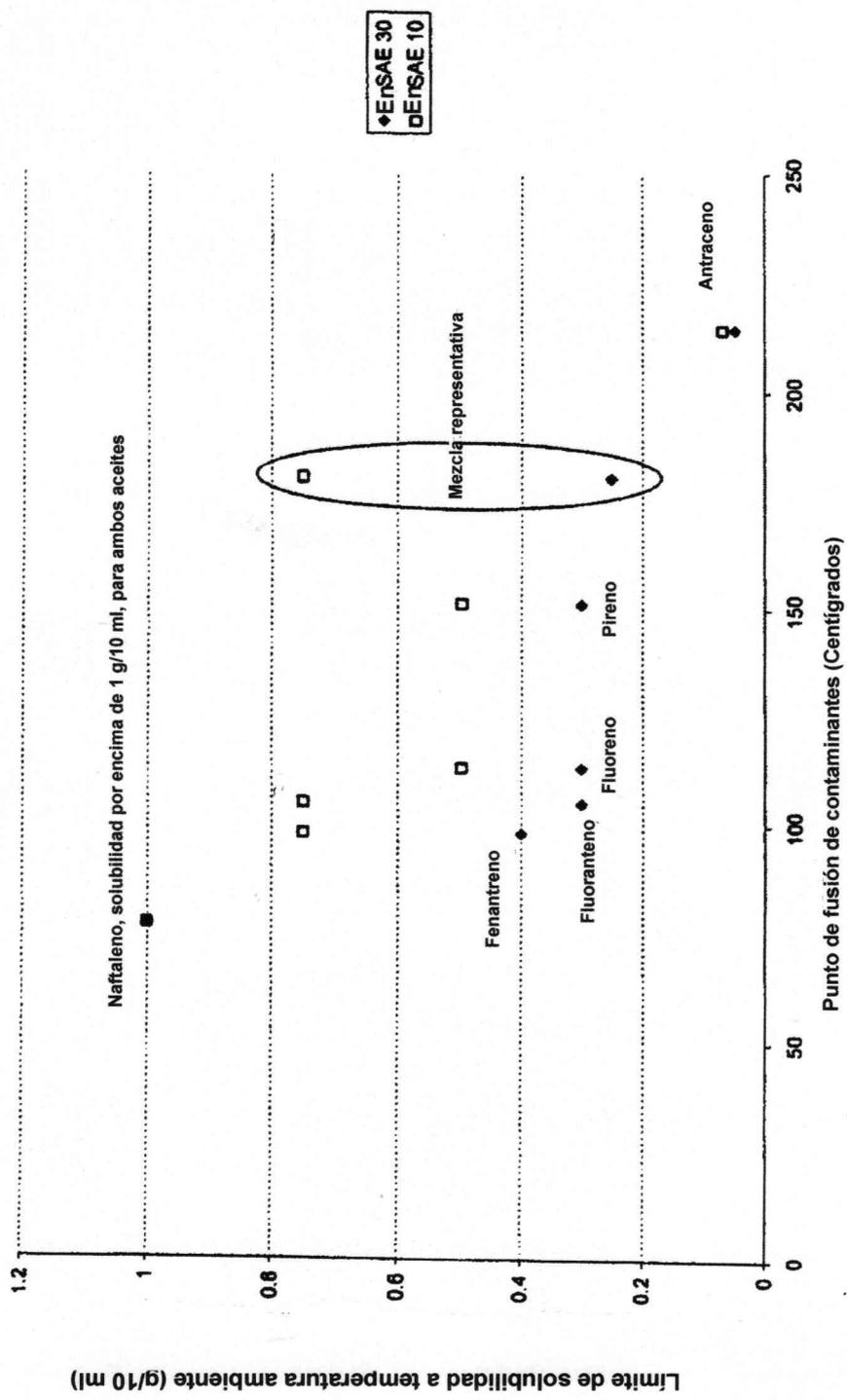


Figura 4

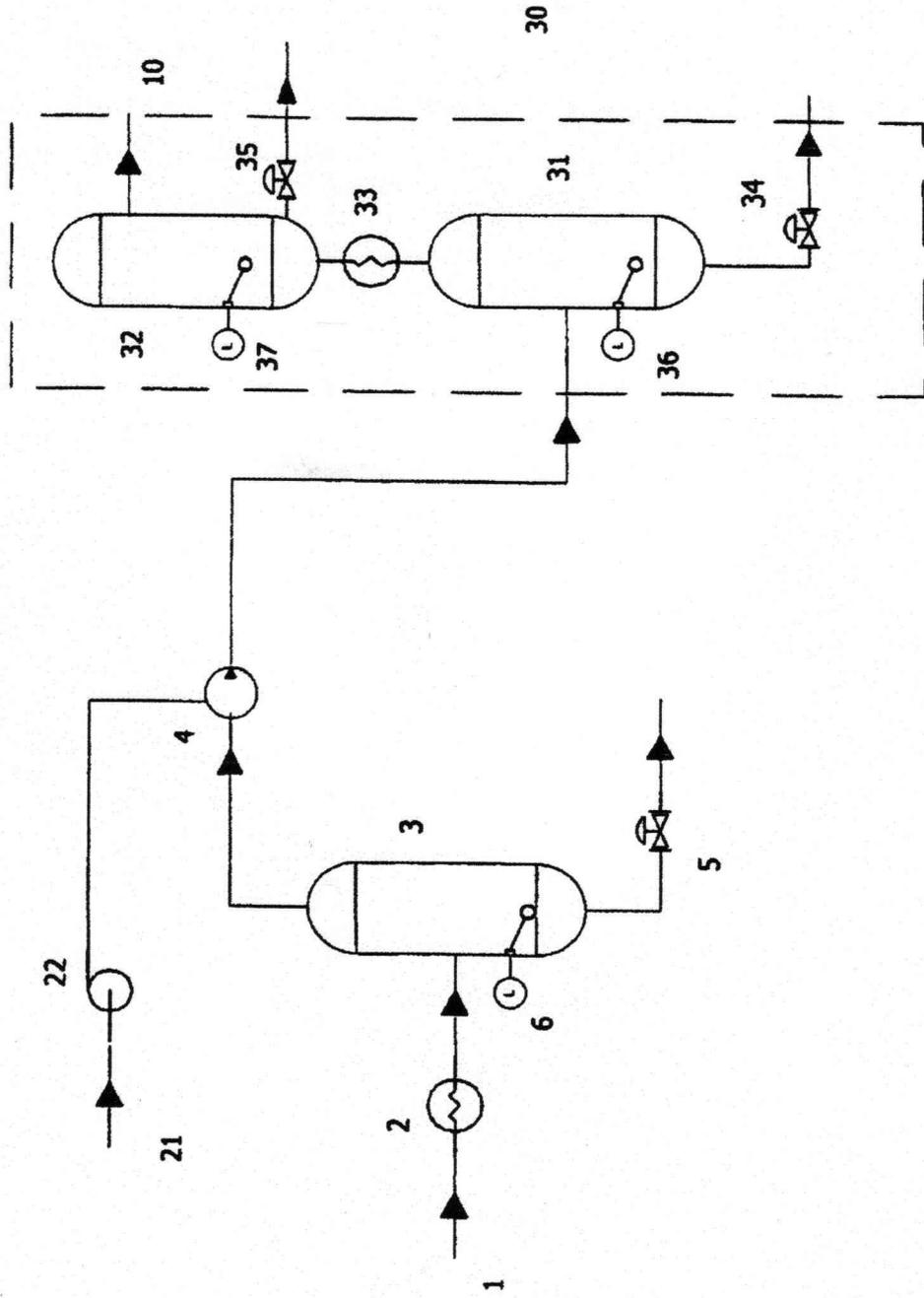


Figura 5

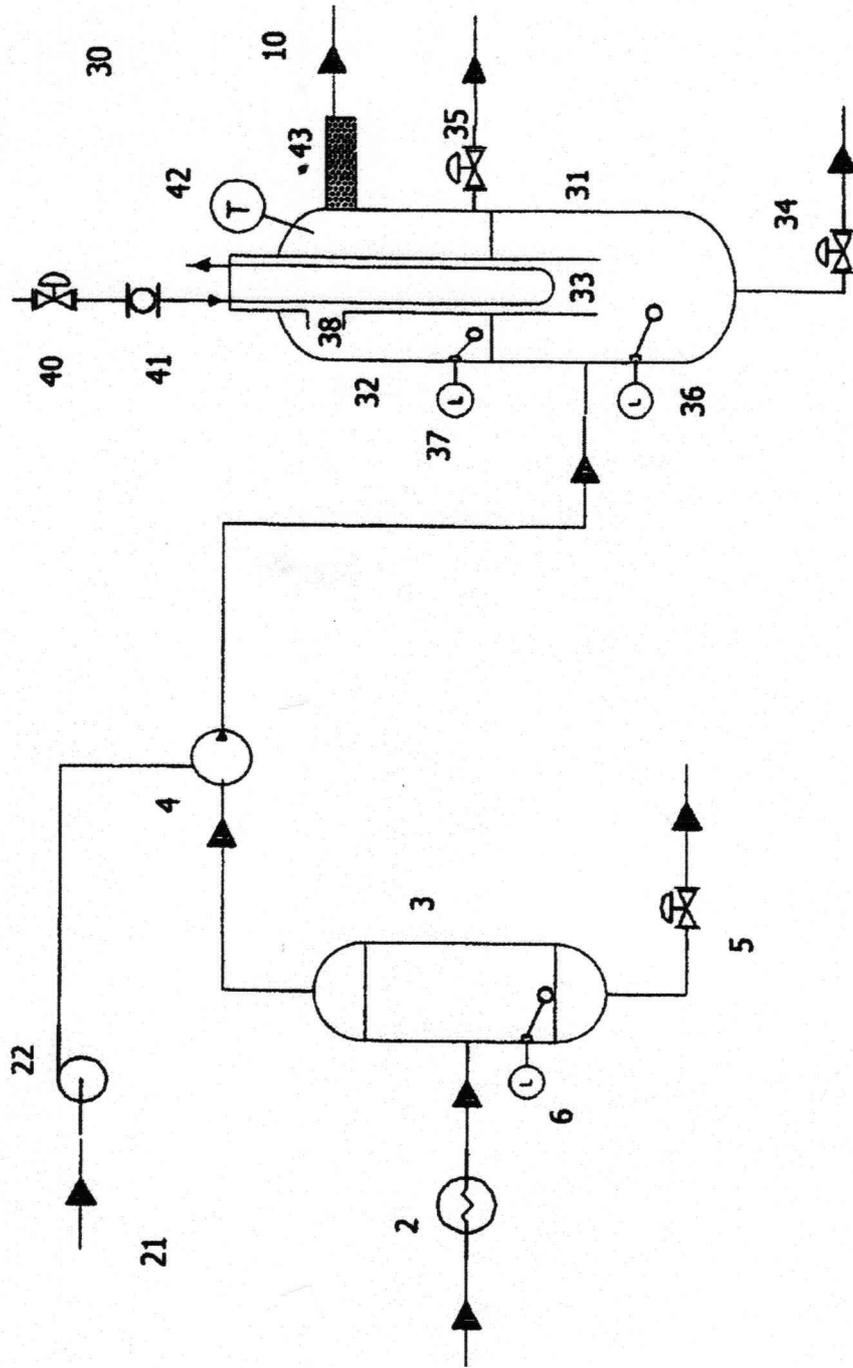


Figura 6

