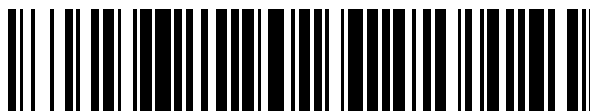


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 575**

51 Int. Cl.:

**F17C 7/04**

(2006.01)

**F17C 9/04**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06709300 .5**

96 Fecha de presentación: **13.02.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1853846**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.11.2007**

54 Título: **Instalación de regasificación del gas natural licuado**

30 Prioridad:  
**17.02.2005 FR 0501646**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**26.07.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**26.07.2012**

73 Titular/es:  
**INSTITUT FRANÇAIS DU PÉTROLE  
1 ET 4, AVENUE DE BOIS PRÉAU  
92852 RUEIL MALMAISON CEDEX, FR**

72 Inventor/es:  
**ROJEY, Alexandre y  
MINKKINEN, Ari**

74 Agente/Representante:  
**Ungría López, Javier**

**ES 2 385 575 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**

Instalación de regasificación del gas natural licuado

5 La presente invención se refiere a una instalación de regasificación del gas natural licuado y a un procedimiento utilizado en una instalación de ese tipo.

10 Generalmente, cuando se debe transportar gas natural entre un lugar de producción y un lugar de explotación que estén próximos uno del otro, este transporte se efectúa gracias a unas tuberías terrestres o sumergidas. En este caso, el gas natural se transporta en forma gaseosa y se puede utilizar en esa forma en su lugar de destino.

15 No obstante cuando los dos sitios están demasiado alejados uno del otro o la configuración del terreno no permite la colocación de tuberías, el gas se transporta en forma licuada por vehículos terrestres o barcos (generalmente unos metaneros) entre el lugar de producción y el lugar de explotación. Para ello el gas natural se licúa en la proximidad del lugar de producción durante unas operaciones de compresión y de refrigeración hasta una temperatura de -160°C. El gas natural licuado (GNL) se almacena a continuación en unas cisternas apropiadas y después se traspa en forma líquida a las cubas para su transporte terrestre o marítimo hacia el lugar de explotación. Una vez  
20 llegado a este lugar, el gas licuado se descarga en unos depósitos de almacenamiento de GNL a partir de los que este gas se puede regasificar bajo demanda y utilizarse, o bien directamente en el lugar de explotación, o bien transportarse en forma gaseosa por unas tuberías hacia otros lugares de explotación.

25 Habitualmente, en el caso del transporte marítimo del GNL, el gas licuado se conserva después de su transporte hasta la proximidad del terminal de costa en unas cubas isotérmicas del metanero. Este gas licuado es o bien regasificado a partir de las cubas del metanero y después transportado en forma gaseosa por unas tuberías hacia los lugares de explotación, o bien enviado en forma líquida a unos depósitos del terminal de costa para ser almacenado y ser regasificado bajo demanda.

30 Actualmente, para realizar la operación de regasificación, el gas en forma líquida es bombeado desde la cuba o desde el depósito y después atraviesa un conjunto de intercambiadores de calor que hacen el trabajo de vaporizador o de regasificador. Para asegurar un intercambio de calor, este conjunto de intercambiadores de calor es atravesado por agua de mar, eventualmente recalentada, de manera que las calorías presentes en esta agua sean transmitidas al gas. Gracias a la transmisión de estas calorías, el gas se recalienta a todo lo largo de su camino en el conjunto de intercambiadores y cambia progresivamente de estado para volver a salir de este conjunto de intercambiadores en forma gaseosa.

35 Es conocida igualmente por la solicitud de patente US 4 331 129 una instalación que comprende un primer circuito en bucle en el que circula agua recalentada mediante un recalentador solar, y un segundo circuito igualmente en bucle en el que circula agua recalentada por medio de un calentamiento convencional. Cada uno de estos circuitos comprende un intercambiador de calor en el que circula el gas natural para ser vaporizado.

40 Dichos dispositivos presentan unos inconvenientes no despreciables tanto a nivel de la preservación de la naturaleza como de la integridad de los intercambiadores.

45 En efecto, el agua de mar que atraviesa los intercambiadores de calor es vuelta a lanzar al mar teniendo una temperatura muy baja, lo que entraña una degradación de la flora y de la fauna submarina. Por otro lado, el agua de mar es un agente corrosivo para todas las partes metálicas de los intercambiadores lo que implica por tanto un mantenimiento más importante de estos intercambiadores. Además, teniendo en cuenta el hecho de que el GNL circula en los intercambiadores con una temperatura muy baja, el agua de mar debe recorrer estos intercambiadores con un gran caudal de manera que se evite la formación de cristales, lo que precisa de unas instalaciones de bombeo de gran tamaño con un coste elevado.

50 La presente invención se propone para remediar los inconvenientes mencionados anteriormente gracias a una instalación de regasificación que utiliza un agente caloportador que permite respetar el entorno y que se puede utilizar lejos de cualquiera de los terminales de costa.

55 De ese modo, la presente invención se refiere a una instalación de regasificación del gas natural licuado tal como la definida por la reivindicación 1.

60 La instalación puede comprender una unidad de recalentamiento del agente caloportador.

De manera ventajosa, la unidad de recalentamiento puede ser recorrida por aire.

El agente caloportador puede poseer una temperatura de cristalización comprendida entre -90°C y -150°C.

65 De manera preferente, el agente caloportador puede ser un alcohol como el metanol, el etanol o el propanol.

Uno de los intercambiadores puede ser a favor de corriente entre el GNL y el agente caloportador y el otro de los intercambiadores puede ser a contracorriente.

El intercambiador a contracorriente puede estar en dos partes entre las que se intercala un separador de fase.

5

Al menos el intercambiador a contracorriente puede ser del tipo de placas y aletas soldadas.

El circuito de circulación del agente caloportador puede comprender un intercambiador de calor adicional.

10 La instalación puede comprender unos medios de licuefacción de un hidrocarburo por intercambio calorífico con el agente caloportador.

El hidrocarburo puede estar en forma gaseosa después de su aplicación en el arrastre de una turbina.

15 Ventajosamente, el hidrocarburo puede ser propano.

La estación puede igualmente comprender unos medios de captura del CO<sub>2</sub> por el agente caloportador.

Preferiblemente, el agente caloportador se puede utilizar en tanto que disolvente del CO<sub>2</sub>.

20

Las otras características y ventajas de la invención surgirán mejor con la lectura de la descripción a continuación, dada únicamente a título ilustrativo y de ninguna forma limitativa, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- 25 - la figura 1 es una vista esquemática de la instalación de regasificación de GNL de acuerdo con la invención;
- la figura 2 es una vista en sección parcial del recalentador utilizado en la instalación de acuerdo con la invención;
- la figura 3 es una vista en sección esquemática del regasificador utilizado en esta instalación;
- la figura 4 es una primera variante de la instalación de regasificación de acuerdo con la invención;
- 30 - la figura 5 es otra variante de la instalación de regasificación de acuerdo con la invención;
- la figura 6 muestra un ejemplo sobre una utilización particular de la instalación de acuerdo con la invención y
- la figura 7 muestra otro ejemplo de una utilización de la instalación de acuerdo con la invención.

La figura 1 muestra de modo esquemático una instalación de regasificación de un gas natural licuado (GNL) que comprende un depósito de almacenamiento 10 del GNL a presión atmosférica y a una temperatura próxima a -160°C, un dispositivo de regasificación con una unidad de intercambiadores de calor, o regasificador 12, recorrido por un agente caloportador así como por el GNL que procede del depósito y una unidad de recalentamiento 14 del agente caloportador.

El agente caloportador es un fluido orgánico cuyo punto de cristalización se aproxima al del GNL y tiene una viscosidad suficientemente reducida para que pueda ser inducido a circular fácilmente en unos conductos incluso a unas temperaturas muy bajas. Además, este agente permanece en estado líquido en condiciones de utilización a la presión atmosférica y a la temperatura ambiente. Preferiblemente, este agente caloportador puede ser un alcohol o un hidrocarburo o uno de sus compuestos. A continuación en la descripción, el fluido orgánico considerado a modo de ejemplo es metanol cuyo punto de cristalización se sitúa en el entorno de -98°C pero se pueden utilizar también otros alcoholes como el etanol (punto de cristalización: -114°C) o el propanol (punto de cristalización: -126°C).

Esta instalación comprende un bucle de circulación 16 del agente caloportador que, en el ejemplo mostrado, es un bucle cerrado con una parte caliente y una parte fría. Este bucle comprende una bomba de circulación 18, un conducto de circulación 20 de este agente entre la bomba y el regasificador 12, un conducto de circulación 22 entre el regasificador y la unidad de recalentamiento 14, un conducto de retorno 24 entre esta unidad de recalentamiento y la bomba de circulación, un depósito 26 del agente caloportador que se intercala en este conducto de retorno. La instalación comprende igualmente una bomba de aspiración 28 del GNL generalmente sumergida en el depósito 10, un conducto de circulación 30 del GNL entre esta bomba y una bomba de circulación 32, un conducto 34 que lleva el GNL desde esta bomba de circulación al regasificador 12 y un conducto de salida 36 destinado a acompañar el gas en forma gaseosa que sale del gasificador hacia cualquier medio apropiado. La unidad de recalentamiento es recorrida igualmente por un fluido de recalentamiento 38 que es, en el ejemplo ilustrado, aire exterior a la temperatura ambiente y comprende una evacuación 40 de los condensados procedentes de este aire. Por supuesto, este aire de recalentamiento puede provenir también de cualquier aparato presente en el lugar de explotación, como los humos lanzados por una turbina de gas.

60

Para realizar la regasificación, el GNL se bombea desde el depósito 10 por las bombas 28 y 32, circula en los conductos 30 y 34 para ser enviado al regasificador 12. Este gas circula en el regasificador que es recorrido igualmente por el metanol en tanto que agente caloportador. Para hacer esto, el metanol presente en el depósito 26 se bombea por la bomba 18 y se envía por el conducto 20 al regasificador 12. En este regasificador, las calorías presentes en el metanol se transmiten al GNL y lo recalientan de manera que se cambie la fase líquida del GNL en una fase gaseosa por vaporización y después, si es necesario, se sobrecalienta para alcanzar una temperatura

65

próxima a la temperatura ambiente.

La temperatura del metanol a la entrada del regasificador 12 es de aproximadamente 20°C y de aproximadamente -160°C para el GNL que circula en el conducto 34. A la salida de este regasificador, el gas natural está a una temperatura próxima a los 5°C mientras que el metanol alcanza la temperatura de aproximadamente -70°C a la salida de este regasificador en el conducto 22.

Durante el intercambio en el regasificador, el metanol se refrigera una temperatura superior a su punto de cristalización, en este caso -70°C para el ejemplo considerado. El metanol frío se envía mediante el conducto 22 a la unidad de recalentamiento 14 de manera que el aire que circula en esta unidad, y cuya temperatura es superior a la del metanol frío, intercambie sus calorías con este metanol para obtener un metanol recalentado en el conducto 24 y consecuentemente en el depósito 26.

La temperatura del metanol a la entrada de la unidad de recalentamiento es del orden de -70°C mientras que el aire se introduce en este recalentador a una temperatura próxima a los 30°C. Después del intercambio calorífico en esta unidad, el metanol se evacúa a la salida de la unidad a una temperatura próxima a los 0°C mientras que el aire sale a una temperatura próxima a los 5°C.

De ese modo, la parte caliente del bucle 16 está formada por el conducto 24, el depósito 26, la bomba 18 y el conducto 20, mientras que la parte fría de este bucle comprende el conducto 22.

Para realizar el recalentamiento del metanol a la salida del regasificador, y como se ilustra en la figura 2, la unidad de calentamiento 14 comprende un intercambiador de calor que incluye una parrilla vertical 42 con una entrada de aire 44 y una salida de aire 46 dispuestas en cada extremidad de esta parrilla. En el interior de esta parrilla se aloja un conjunto de tubos verticales 48 conectados en una de sus extremidades por un colector de admisión 50 con una entrada 52 para el metanol frío que proviene del regasificador y en el otro de sus extremos por un colector de evacuación 54 con una salida 56 conectada al conducto 24 que se dirige al depósito de metanol 26. En ese intercambiador de calor, el metanol llega por la entrada 52, penetra en el colector de admisión 50, circula en todos los tubos verticales 48, para desembocar en el colector de evacuación 54 y ser evacuado por la salida 56. Simultáneamente, el aire, bien a la temperatura ambiente, o bien calentado por cualquier medio conocido, se introduce en la parrilla 42 por la entrada 44 y después barre todos los tubos así como los colectores. Durante este barrido, las calorías contenidas en este aire se transmiten al metanol de manera que lo recalienta y se obtiene un metanol caliente a la salida 56. Durante este intercambio, las gotitas de agua contenidas en el aire se condensan y caen después por gravedad al fondo de la parrilla 42 para ser evacuadas a continuación en forma de condensados por el conducto 40. Los tubos 48 pueden estar revestidos de una película de material hidrófugo ("water shedding film") del tipo polimetilsiloxano para facilitar la separación de las gotitas de agua.

En relación ahora con la figura 3, el regasificador comprende una vaina vertical 58 que contiene al menos dos intercambiadores en los que circulan el gas y el metanol, un intercambiador superior 60 colocado en la parte alta de la vaina y un intercambiador inferior 62 colocado en la parte baja de esta vaina. Preferiblemente, estos intercambiadores están bajo la forma de intercambiadores de placas de aletas soldadas, ventajosamente en aluminio. El intercambiador superior se denomina a contracorriente porque el gas natural y el metanol circulan en dos sentidos opuestos entre sí y el calentador inferior se denomina a favor de corriente, circulando los fluidos en el mismo sentido. De ese modo para el intercambiador inferior, éste comprende, en uno de sus lados y en la parte baja de este intercambiador, una entrada 64 del metanol conectada al conducto 20 y una salida 66 en el lado del intercambiador. Este intercambiador inferior comprende igualmente una entrada 68, conectada al conducto 34 de GNL, que se sitúa en la parte baja y en el lado opuesto al de la entrada de metanol, y una salida 70 colocada en la parte alta del intercambiador. De ese modo, en el intercambiador inferior 62, los flujos de metanol y de GNL circulan en el mismo sentido, es decir desde la parte baja hacia la alta de este intercambiador. Gracias a esto, la temperatura superficial en el interior de ese intercambiador permanece por debajo de -100°C y las superficies de intercambio se pueden minimizar. La salida 66 del metanol se conecta mediante un conducto 72 a una entrada 74 del intercambiador superior que se sitúa en la parte alta y sobre uno de los laterales de este intercambiador. Igualmente, la salida 70 de gas natural se conecta mediante un conducto 76 a una entrada de gas 78 situada en la parte baja de este intercambiador. El gas en la forma de vapor se evacúa por una salida 80 que se sitúa sobre la parte alta de este intercambiador mientras que las salidas 82 del metanol se sitúan en la parte baja de este intercambiador para conectarse a un conducto 22 que le lleva a la unidad de recalentamiento. Este intercambiador se califica por lo tanto como intercambiador a contracorriente porque los flujos de gas y de metanol circulan en sentidos contrarios, para el gas desde la parte baja hacia la parte alta del intercambiador y para el metanol desde la parte alta hacia la baja de este intercambiador.

En la variante representada a modo de ejemplo en la figura 4, el regasificador 12 está separado en dos partes distintas. De ese modo, el intercambiador a contracorriente 62 está en la forma de un intercambiador de tubos y parrilla y comprende las entradas 64, 68 así como las salidas 66, 70 de metanol y de GNL. Las salidas 66 y 70 están conectadas por los conductos 72, 76 al intercambiador a contracorriente 60 que es un intercambiador de placas y aletas soldadas, ventajosamente en aluminio, y que comprende las entradas 74, 78 y las salidas 82 y 80 de metanol y de gas natural.

Preferiblemente, el intercambiador de tubos y parrilla comprende una unión mecánica de expansión 83 que absorbe cualquiera de las variaciones dimensionales de este intercambiador durante el paso del GNL y del metanol.

En esta variante, el funcionamiento de la instalación es idéntico al descrito en relación con las figuras 1 a 3.

5 Se hace relación ahora a la figura 5 que muestra una variante de la instalación de regasificación ilustrada en la figura 4 y que, por ello, incluye las mismas referencias para las partes comunes.

10 Esta variante se distingue por el hecho de que la regasificación se realiza en varias etapas. Además el intercambiador a contracorriente 60 está en dos partes 60A y 60B y que se prevé un separador de fases 84 colocado entre estas dos partes del intercambiador.

15 El gas natural que sale del intercambiador a contracorriente 62 de tubos y parrilla por la salida 70 se recalienta hasta su punto de ebullición correspondiente a esa presión en el separador 84. Este gas natural licuado calentado atraviesa la parte baja 60A del intercambiador a contracorriente 60 para realizar una transformación de fase por vaporización. Este gas natural transformado se envía mediante un conducto 82 al separador 84 o a un lugar de separación del gas natural en forma gaseosa en la parte alta 88 de este separador con una composición, un peso molecular y un poder calorífico inferior y bajo forma líquida en la parte baja 90 de este separador. El gas natural en forma de vapor presente en el separador se dirige a continuación, mediante un conducto 92, desde este separador hacia la entrada de la parte 60B del intercambiador 60 donde sufre, por intercambio con el metanol que circula allí, una elevación de temperatura hasta la salida 80. La fase líquida, que tiene un peso molecular y un poder calorífico superiores a los del vapor, se extrae mediante una bomba 94 conectada a este separador mediante un conducto 96. La fase líquida que sale de la bomba 94 se dirige mediante un conducto 98 hacia cualquier medio de almacenamiento para ser tratada allí a continuación. Ventajosamente, es posible controlar la composición y el poder calorífico del gas natural en forma gaseosa en el conducto 92 antes de que penetre en el intercambiador 60 inyectando en él una cantidad predeterminada de líquido procedente del separador mediante un conducto 98A que nace después de la bomba 94 en el conducto 98 y desemboca en el conducto 92.

20 En esta configuración, la temperatura del gas natural a la salida del regasificador es del orden de 0°C y la del metanol es de aproximadamente -70°C.

30 Adicionalmente, se puede concebir calentar el metanol a la salida de la bomba 18 colocando en el conducto 20 un intercambiador de calor 100 entre el metanol y un fluido caliente que se utilice habitualmente en o en la proximidad de esta instalación de regasificación, como agua caliente procedente de torres de refrigeración.

35 Como se ha descrito anteriormente, el metanol a la salida del regasificador está a una baja temperatura del orden de -70°C y debe ser recalentado para poder asegurar la transformación en fase gaseosa del GNL en el regasificador. Para ello, se puede aprovechar la presencia en el sitio de una central eléctrica con una turbina de gas de ciclo combinado como la ilustrada en la figura 6. En este caso, la central 102 se alimenta de aire por una vía 104 y de gas natural por una vía 106. Pudiendo ser esta vía una derivación del conducto 36 descrito anteriormente. La combustión de la mezcla aire-gas natural en el seno de la turbina genera, después de la recuperación de las calorías generadas (abreviadamente HRGS), en la salida 108 unos humos con unas temperaturas del orden de 130°C. Como se muestra en la figura 6, estos humos se introducen mediante una admisión 110 en un conjunto de intercambiador de calor 112, separado en al menos tres partes 112A, 112B, 112C para volver a salir por una evacuación 114 y ser dirigido a continuación por un conducto 116 hacia cualquier medio apropiado, como una chimenea. El conjunto de intercambiador de calor es recorrido igualmente por un fluido de cambio de fase, como el propano, que circula en un bucle cerrado 118. Este bucle comprende un depósito de propano líquido 120, una bomba de circulación 122 conectada al depósito por un conducto 124 un separador de fase 126 de propano conectado a la bomba por un conducto 128E que lleva el propano líquido a la parte 112A del conjunto intercambiador de calor y un conducto 128S que dirige el propano, recalentado hasta su punto de ebullición, a este separador. A partir de este separador, parte en dos conductos, un conducto 130, denominado conducto líquido, en el que el líquido contenido en el separador se dirige a la parte 112B del conjunto intercambiador de calor para atravesarlo y volver en forma gaseosa al separador 126, y un conducto 132, denominado conducto de gas, que lleva la fase gaseosa del propano contenido en el separador hasta la parte 112C del conjunto de intercambiadores de calor de manera que sobrecaliente este gas de propano. Un conducto 134 lleva el propano en forma gaseosa presurizada a una turbina de expansión 136 conectada en rotación a cualquier medio productor de energía, como un alternador 138. A la salida de la turbina de expansión, el gas de propano se lleva mediante un conducto 140 a un intercambiador de calor 42, denominado condensador, para refrigerar este gas de propano y hacerle así cambiar de fase para tener una fase líquida antes de que vuelva por un conducto 144 al depósito 120. Para refrigerar el propano, el condensador 42 es recorrido por el metanol que circula en el conducto 22, tal como se ha descrito anteriormente y, a la salida de este condensador, el metanol está a una temperatura superior a la de su introducción debido al hecho de que ha captado las calorías contenidas en el propano en fase gaseosa.

60 Durante el funcionamiento, el propano en forma líquida es bombeado desde el depósito 120 para atravesar la parte 112A del conjunto de intercambiador 112. Después de este paso, el propano precalentado en forma líquida se envía al separador 126. La fase líquida extraída de este separador atraviesa la parte 112B del conjunto 112 para volver en

forma casi gaseosa al separador para realizar la separación entre la fase líquida y la fase gaseosa del propano. La fase gaseosa contenida en este separador se extrae igualmente para atravesar la parte 112C del conjunto de intercambiador 112 para ser transformada totalmente allí en fase gaseosa y sobrecalentada si es necesario. El propano en forma gaseosa atraviesa la turbina 136 a la que pone en rotación, turbina que arrastra en rotación al alternador 138. A la salida de la turbina, el propano en forma gaseosa atraviesa el condensador 142 donde cambia de fase y pasa a fase líquida gracias al intercambio de sus calorías con el metanol frío que circula igualmente en este condensador. A la salida de este condensador, el propano líquido es almacenado en el depósito 120.

El grupo de tratamiento tal como el ilustrado esquemáticamente en la figura 7 muestra una utilización potencial de la instalación de regasificación del GNL con un bucle de metanol para captar y licuar el CO<sub>2</sub> contenido en los escapes, como los humos provenientes de los humos de las turbinas de gas.

En esta configuración, se prevé una unidad de regasificación 146 del GNL, una unidad de captación/separación del CO<sub>2</sub> 148, una unidad de recalentamiento 149 del metanol y una unidad 150 de licuefacción del CO<sub>2</sub>.

La unidad de regasificación 146, como ya se ha descrito en relación a las figuras precedentes, comprende un regasificador 12 recorrido por metanol caliente que circula en un bucle 152 y por GNL que proviene del conducto 34.

La unidad de captación/separación del CO<sub>2</sub>, 148 comprende una columna de absorción 154 que contiene unos elementos de transferencia 156 con una entrada 158 de metanol de la salida del regasificador, una entrada de un fluido gaseoso 160 que contiene el CO<sub>2</sub>, una evacuación 162 del fluido gaseoso liberado de CO<sub>2</sub> y una salida 164 de una mezcla de metanol y de CO<sub>2</sub>. Esta unidad de captación/separación del CO<sub>2</sub> comprende igualmente un globo de expansión 166 con una llegada de la mezcla de metanol y de CO<sub>2</sub>, una salida 168 de CO<sub>2</sub> en forma gaseosa y una salida 170 del metanol liberado de una gran parte del CO<sub>2</sub>.

La unidad de recalentamiento 149 comprende unos elementos idénticos a los ya descritos en relación con las figuras 1 y 2, es decir un recalentador recorrido por el metanol que proviene, en el ejemplo mostrado en la figura 7, de la salida 170 del globo 166 y por un fluido de recalentamiento 38 que puede ser aire exterior a temperatura ambiente. Este intercambiador incluye igualmente una evacuación 40 de los condensados procedentes de este aire exterior. Esta unidad comprende finalmente un intercambiador de calor 174 que permite calentar el metanol después de su paso por el recalentador por una salida 172 y un balón de expansión 175 que permite separar el metanol en forma líquida, que se dirige a continuación mediante un conducto 176 hacia el bucle de metanol, y el CO<sub>2</sub> en forma gaseosa que vuelve a unirse mediante un conducto 178 con un conducto 180 que conecta igualmente el conducto 168 de CO<sub>2</sub> del globo de expansión 166.

La unidad de licuefacción 150 comprende un condensador 181 que tiene la particularidad de utilizar un fluido intermedio, como el etano, para participar en la licuefacción del CO<sub>2</sub> y en el calentamiento del gas natural en forma de vapor.

Este condensador comprende un recinto 182 que contiene al menos dos partes de condensadores 184 y 186, cada una a contracorriente y preferiblemente en la forma de placas y aletas soldadas en aluminio, en las que circulan el CO<sub>2</sub> en forma de vapor y el etano por un lado y el GNL y el etano por el otro. El condensador inferior 184 se coloca en la parte baja del recinto y comprende, en uno de sus lados y en la parte alta de este condensador, una entrada 188 del CO<sub>2</sub> conectada al conducto 180 y una salida de CO<sub>2</sub> líquido 190 en la parte baja del condensador. El condensador superior 186 comprende una entrada 192 de GNL, conectada al conducto 34 de GNL, que se sitúa en la parte baja de este condensador y una salida 194 colocada en la parte alta del intercambiador. Un bucle cerrado de etano 196 permite al etano circular entre los dos intercambiadores. Más precisamente, el etano vapor se introduce en el condensador de etano superior 186 por una entrada 198 situada en la parte alta del condensador, atraviesa este condensador para desembocar en una salida de etano líquido 200 situada en la parte baja de este condensador, se lleva mediante un conducto 202 a una entrada de etano líquido 204 localizada en la parte baja del condensador de CO<sub>2</sub> inferior, atraviesa el condensador inferior para desembocar en una salida 206 situada en la parte alta de este condensador para después desembocar en la entrada 198 mediante un conducto 208.

Durante el funcionamiento del grupo de tratamiento descrito anteriormente, el GNL sigue sensiblemente el mismo régimen que el descrito en relación con la figura 1 con la única diferencia de que una derivación del conducto 34 de GNL desemboca en la entrada 192 de la unidad de licuefacción del CO<sub>2</sub> 150 para atravesar el condensador superior 186 y volver a salir por la salida 194 para reunirse con el conducto 36.

En la salida del regasificador, el metanol se envía mediante la entrada 158 en la columna 156 que recibe igualmente un fluido que contiene una parte no despreciable de CO<sub>2</sub>, del orden del 12%, por la entrada 160. Después del tratamiento en esta columna, se capta el CO<sub>2</sub> por el metanol y se evacúa una mezcla de metanol y de CO<sub>2</sub> disuelto por la salida 164. El fluido liberado de CO<sub>2</sub> es evacuado por la salida 162 hacia cualquier medio apropiado. La mezcla de CO<sub>2</sub> y de metanol sufre una separación en el globo de expansión 166 desde donde se evacúa el CO<sub>2</sub> en fase de vapor por la salida 168 hacia el conducto 180 y desde donde el metanol en fase líquida que sale de la salida 170 se calienta en la unidad de recalentamiento mediante el paso sucesivo por el recalentador y el intercambiador 174. A la salida del intercambiador 174, el CO<sub>2</sub> residual contenido en el metanol se separa otra vez de este metanol

5 en el globo de expansión 175. Durante esta separación, el CO<sub>2</sub> se evacúa por la salida 178 para volver a unirse al conducto 180 conectado a la salida 168 y el metanol liberado de CO<sub>2</sub> vuelve a unirse, en la salida 176, a la bomba 18 del bucle de metanol. El CO<sub>2</sub> en fase de vapor se licúa en el condensador inferior 184 en el que intercambia sus calorías con el etano que circula en bucle entre los dos condensadores. Después de este intercambio, el CO<sub>2</sub> está en forma líquida a la salida 190 y se puede enviar hacia un depósito de almacenamiento donde se podrá retirar para ser eventualmente confinado en unos depósitos subterráneos.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Instalación de regasificación de gas natural licuado (GNL) que comprende un depósito (10) de almacenamiento de gas en forma licuada, un dispositivo de regasificación (12) del GNL recorrido por un agente caloportador y el gas natural, un circuito (16) en bucle en el que el agente caloportador que circula es metanol, etanol o propanol, comprendiendo el dispositivo de regasificación (12) al menos dos intercambiadores (60, 62) **caracterizada por que** uno (62) de los intercambiadores es a favor de corriente entre el GNL y el agente caloportador y porque el otro (60) de los intercambiadores es a contracorriente, estando el intercambiador (60) a contracorriente en dos partes (60A, 60B) entre las que se intercala un separador de fase (84).
- 10 2. Instalación de regasificación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** comprende una unidad de recalentamiento (14) del agente caloportador.
- 15 3. Instalación de regasificación de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizada por que** la unidad de recalentamiento (14) es recorrida por aire.
- 20 4. Instalación de regasificación de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** el agente caloportador posee una temperatura de cristalización comprendida entre -90°C y -150°C.
- 25 5. Instalación de regasificación de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** al menos el intercambiador a contracorriente (60) es del tipo de placas y aletas soldadas.
6. Instalación de regasificación de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** el circuito (16) de circulación del agente caloportador comprende un intercambiador de calentamiento adicional (100).
- 30 7. Instalación de regasificación de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** comprende unos medios de licuefacción de un hidrocarburo por intercambio calorífico con el agente caloportador.
8. Instalación de regasificación de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada por que** el hidrocarburo está en forma gaseosa después de su aplicación al arrastre de una turbina (136).
- 35 9. Instalación de regasificación de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, **caracterizada por que** el hidrocarburo es propano.
- 40 10. Instalación de regasificación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada por que** comprende unos medios de captura del CO<sub>2</sub> por el agente caloportador.
11. Instalación de regasificación de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizada por que** el agente caloportador se utiliza en tanto que disolvente del CO<sub>2</sub>.



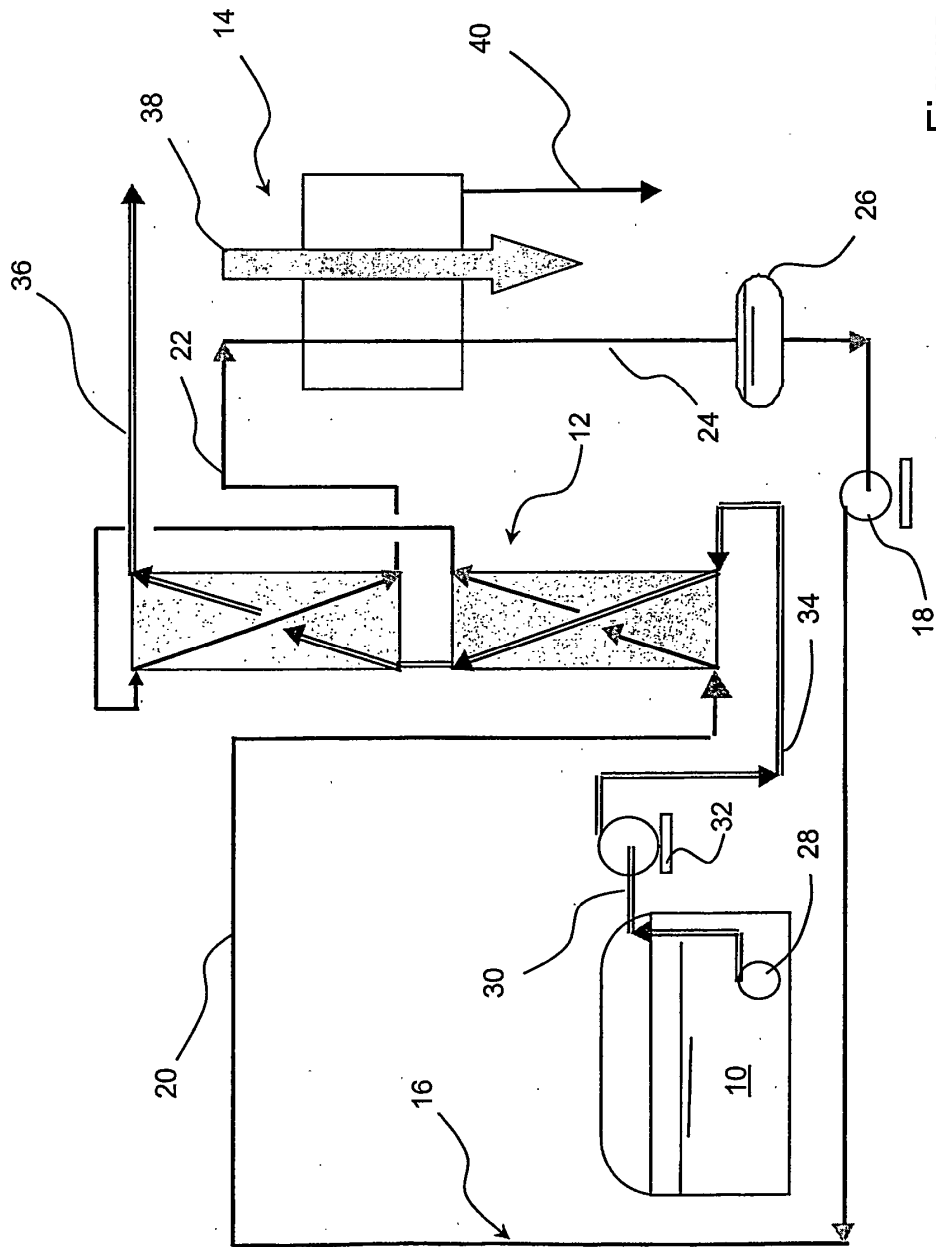


Figure 1

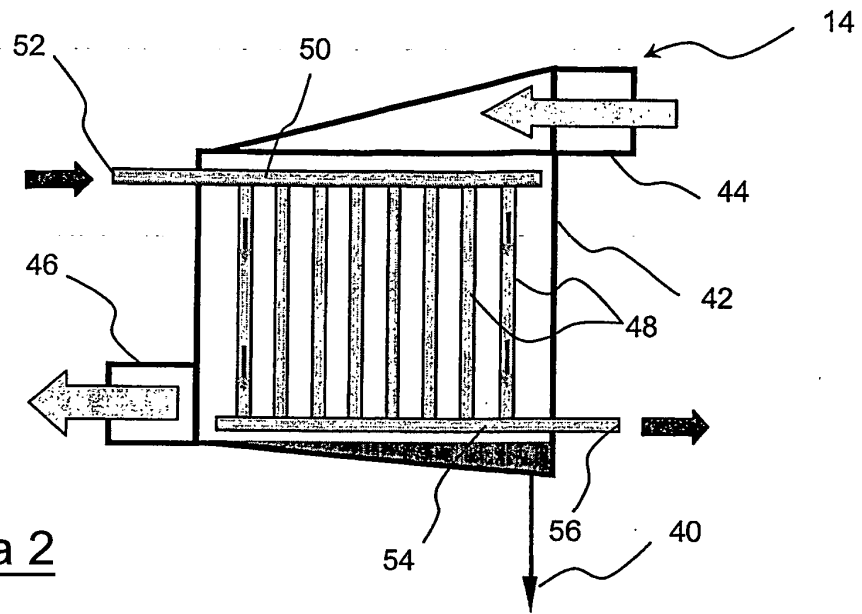


Figura 2

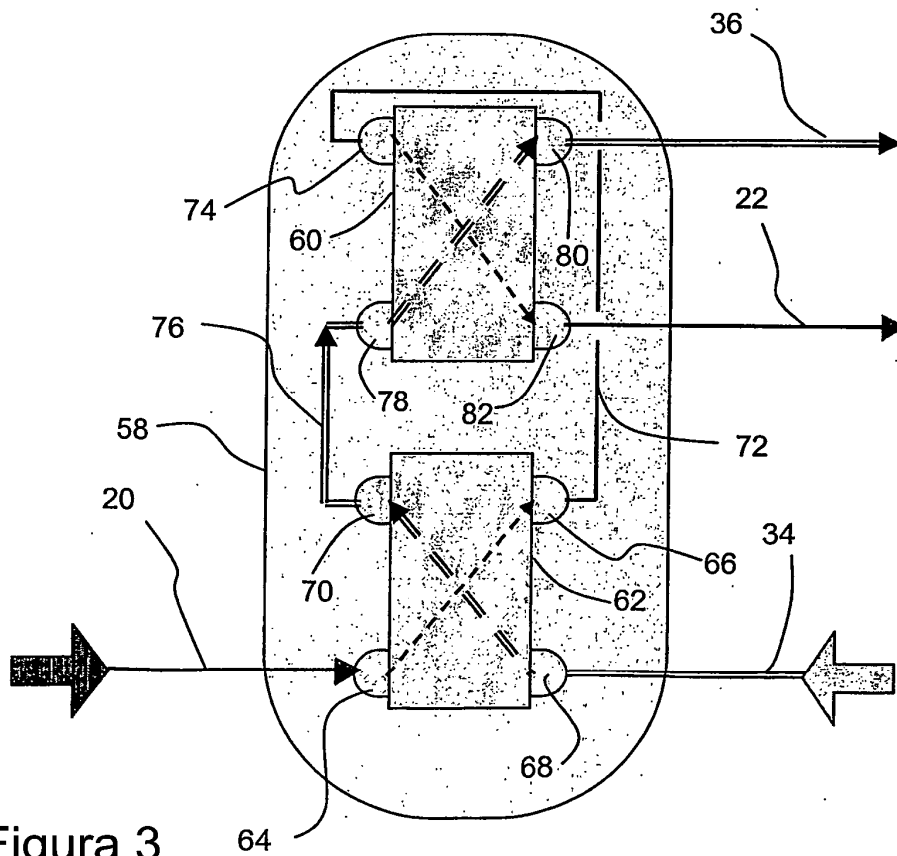


Figura 3

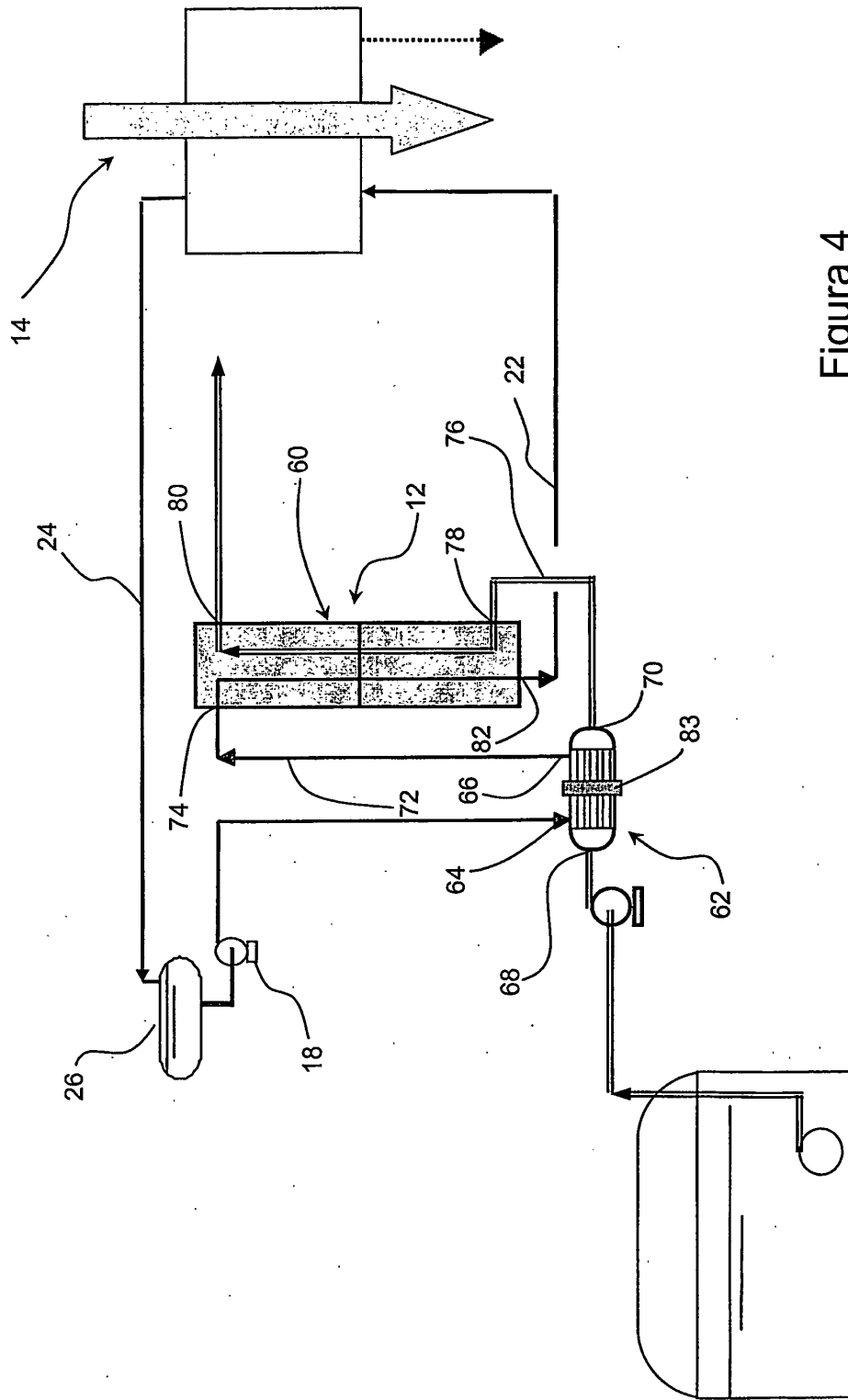


Figura 4

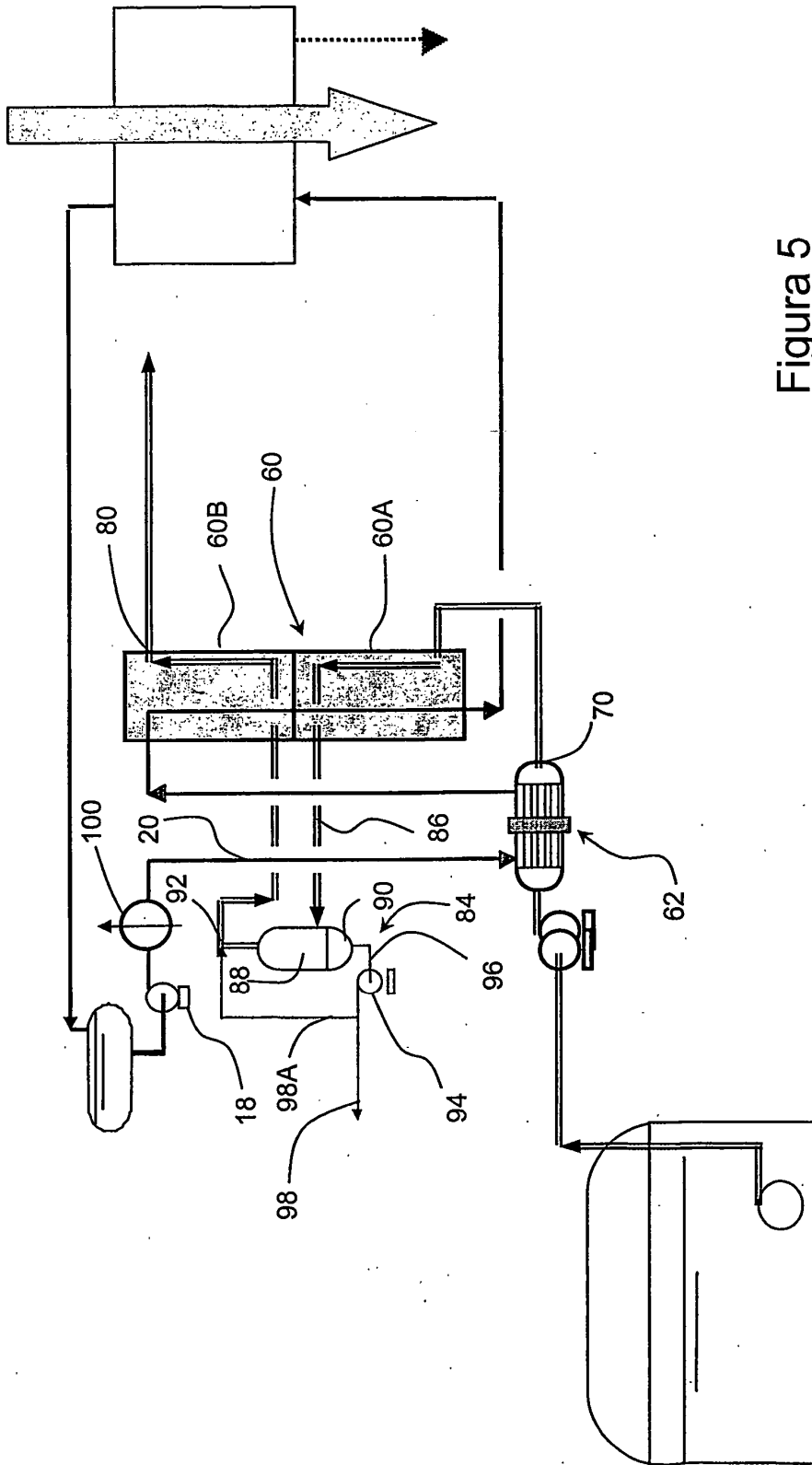


Figura 5

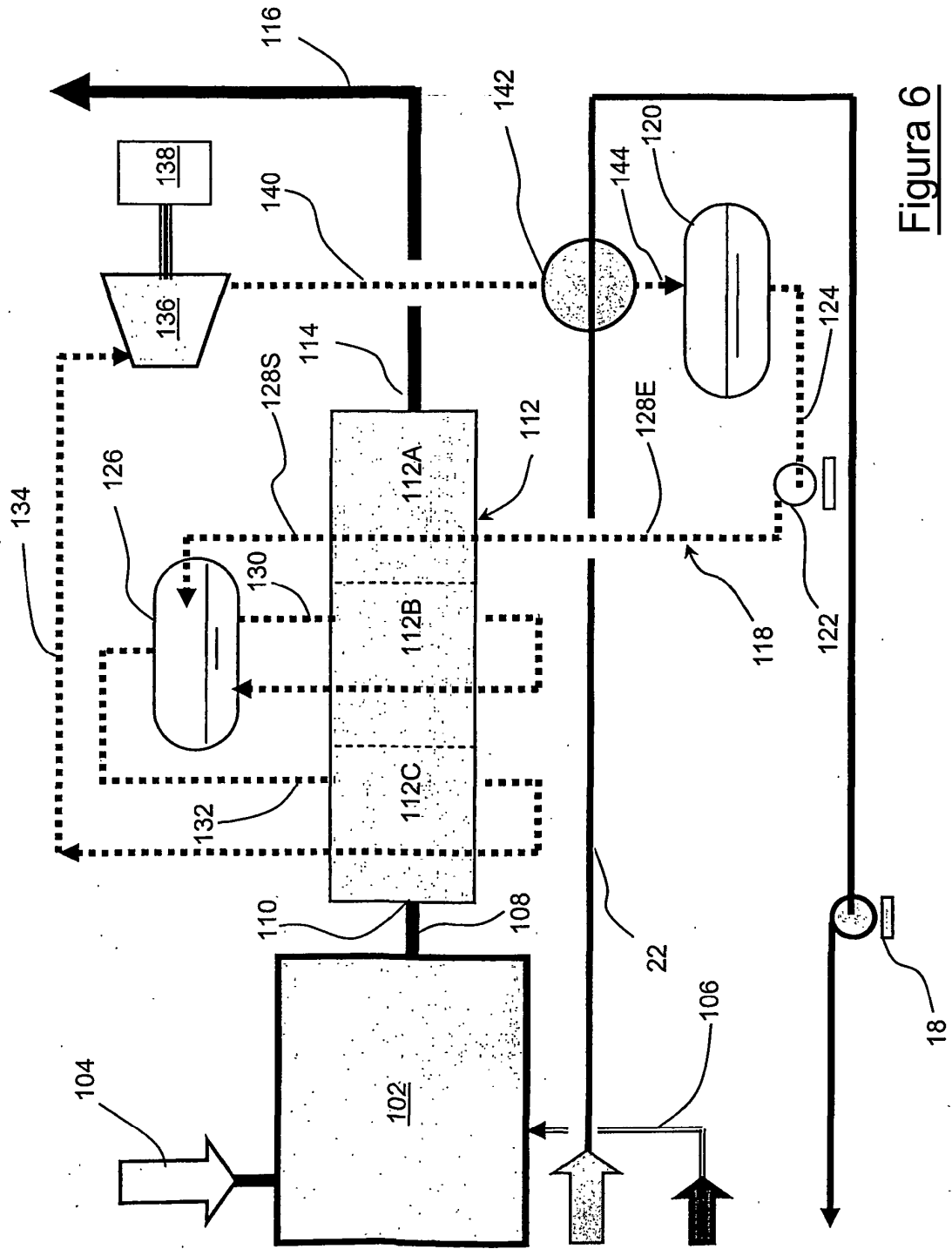


Figura 6

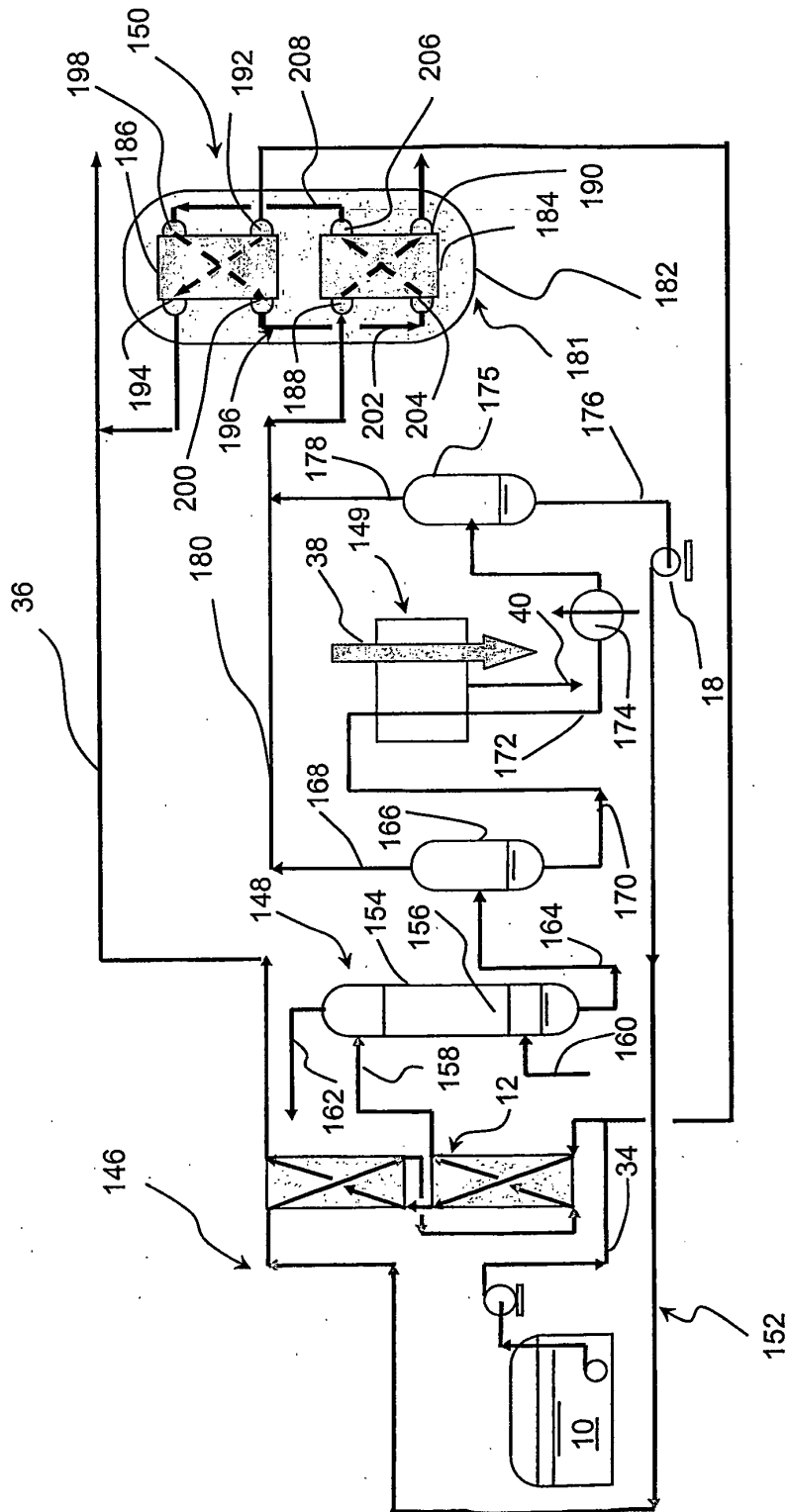


Figura 7