

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 264**

51 Int. Cl.:

**F17C 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.04.2014 PCT/FR2014/050805**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.10.2014 WO14167220**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2014 E 14720655 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2017 EP 2984386**

54 Título: **Sistema perfeccionado de tratamiento y de suministro de gas natural que incluye un circuito de calentamiento del depósito**

30 Prioridad:

**11.04.2013 FR 1353258**

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

**10.07.2017**

73 Titular/es:

**GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ (100.0%)  
1 route de Versailles  
78470 Saint Rémy Lès Chevreuse, FR**

72 Inventor/es:

**LE BRUCHEC, PIERRE;  
DENIER-GUENEGOU, ANAÏS;  
GUERNEC, LOÏC;  
SPITTAEL, LAURENT;  
BEAUVAIS, DAVID;  
HUCHET, JÉRÔME y  
DIOUF, ABDOULAYE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 623 264 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 perfeccionado de tratamiento y de suministro de gas natural que incluye un circuito de calentamiento del depósito

5 Campo técnico

La invención se refiere al campo de los buques que incluyen un depósito de almacenamiento de gas natural licuado.

10 La invención se refiere más particularmente a un sistema integrado para el tratamiento y el suministro de gas natural que permite la alimentación con gas natural de un equipo de producción de energía, tal como un motor térmico, una pila de combustión o una turbina de gas, y el calentamiento de un depósito, principalmente para permitir su inspección.

15 Antecedentes tecnológicos

En el estado de la técnica, se conocen unos buques que incluyen un depósito de almacenamiento de gas natural licuado y un sistema de tratamiento y de suministro del gas desde el depósito hacia uno o varios equipos de producción de energía, tales como unos motores térmicos, unas pilas de combustión o unas turbinas de gas y/o hacia uno o varios quemadores de una instalación de producción de energía.

Dichos buques son el objeto de operaciones de control y de mantenimiento particularmente exhaustivas. En particular, los depósitos de almacenamiento de gas natural licuado son el objeto de inspecciones regularmente.

25 Para hacer esto, los depósitos se vacían y posteriormente se calientan con el fin de alcanzar unas temperaturas apropiadas para permitir dichas inspecciones.

El documento DE 4320759 divulga una instalación para el vaciado y la desgasificación de depósitos de almacenamiento de gas licuado. En un modo de realización, la instalación incluye un calentamiento externo montado sobre el depósito y que permite calentar el gas en fase líquida con el fin de evaporarlo.

Resumen

35 Una idea en la base de la invención es proponer un sistema perfeccionado de tratamiento y de suministro del gas natural que permita alimentar, por un lado, un equipo de producción de energía elegido entre un motor térmico, una pila de combustión y una turbina de gas y, por otro lado, un quemador y que además permite un calentamiento eficaz del depósito.

40 Según un modo de realización, la invención proporciona un sistema de tratamiento y de suministro de gas natural que incluye:

- un circuito de alimentación de un motor térmico de un equipo de producción de energía elegido entre un motor térmico, una pila de combustión o una turbina de gas que permite suministrar gas natural desde un depósito de almacenamiento de gas natural licuado hacia dicho equipo de producción de energía, incluyendo dicho circuito de alimentación una parte aguas arriba conectada al depósito y una parte aguas abajo conectada al equipo de producción de energía;
- un circuito de alimentación de un quemador que permite suministrar gas natural desde el depósito hacia el quemador que incluye una parte aguas arriba conectada al depósito y una parte aguas abajo conectada al quemador;
- 50 - un circuito de calentamiento del depósito adecuado para recoger un flujo gaseoso en la parte baja del depósito y para inyectarlo en la parte alta del depósito, incluyendo dicho circuito de calentamiento una parte aguas arriba conectada a una canalización que desemboca en la parte baja del depósito y una parte aguas abajo conectada a una canalización que desemboca en la parte alta del depósito; en el que:
- el circuito de alimentación del equipo de producción de energía y el circuito de calentamiento incluyen una parte de circuito común que comprende un compresor que presenta una entrada y una salida y que permite aumentar la presión y la temperatura de un flujo gaseoso, estando delimitada dicha parte común, aguas arriba, por un primer órgano de conexión de tres vías conmutable que permite conectar selectivamente la parte aguas arriba del circuito de alimentación del motor o la parte aguas arriba del circuito de calentamiento a la entrada del compresor y, aguas abajo, mediante un segundo órgano de conexión de tres vías conmutable que permite conectar selectivamente la salida del compresor a la parte aguas abajo del circuito de alimentación del equipo de producción de energía o a la parte aguas abajo del circuito de calentamiento;
- 60 - incluyendo la parte aguas abajo del circuito de calentamiento un tercer órgano de conexión de tres vías que permite conectar dicha parte aguas abajo del circuito de calentamiento a la parte aguas abajo del circuito de alimentación del quemador de manera que se evacúe una parte del flujo gaseoso suministrado en el circuito de calentamiento hacia el quemador.

Un sistema de ese tipo es particularmente ventajoso porque, por un lado, permite calentar eficazmente el depósito de almacenamiento del gas natural licuado mientras aprovecha el gas natural evacuado del depósito, y, por otro lado, presenta una concepción optimizada para permitir una utilización de los componentes, tal como el compresor, para asegurar varias de las funcionalidades del sistema.

5 Según unos modos de realización, un sistema de ese tipo de tratamiento y de suministro del gas natural puede incluir una o varias de las características siguientes:

- 10 - la parte aguas abajo del circuito de calentamiento incluye un tramo de conexión a la salida del compresor y un tramo de retorno hacia el depósito y la parte aguas abajo del circuito de calentamiento y el circuito de alimentación del quemador incluyen una parte común que comprende un aparato de calentamiento de gas que presenta una entrada y una salida, estando delimitada dicha parte común, aguas arriba mediante un cuarto órgano de conexión de tres vías conmutable que permite conectar selectivamente la parte aguas arriba del
- 15 circuito de alimentación del quemador o el tramo de conexión a la salida del compresor del circuito de calentamiento a la entrada del aparato de calentamiento y, aguas abajo, mediante el tercer órgano de conexión de tres vías que permite conectar simultáneamente la salida del aparato de calentamiento de gas a la parte aguas abajo del circuito de alimentación del quemador y al tramo de retorno hacia el depósito del circuito de calentamiento.
- 20 - el sistema incluye un órgano de conexión de tres vías conmutable que permite conectar selectivamente dicha canalización que desemboca en la parte alta del depósito, por un lado, a la parte aguas abajo del circuito de calentamiento de manera que permite una inyección del flujo gaseoso en la parte alta del depósito o, por otro lado, a la parte aguas arriba del circuito de alimentación del equipo de producción de energía y/o a la parte aguas arriba del circuito de alimentación del quemador con el fin de permitir una recogida del gas, evaporado en el depósito.
- 25 - el sistema incluye un circuito de rellenado del depósito y un órgano de conexión de tres vías conmutable que permite conectar selectivamente dicha canalización que desemboca en la parte baja del depósito, por un lado, a la parte aguas arriba del circuito de calentamiento de manera que permita una recogida del flujo gaseoso en la parte baja del depósito o, por otro lado, al circuito de rellenado del depósito.
- 30 - el circuito de alimentación del equipo de producción de energía incluye un separador de fases conectado, aguas abajo, por un lado, a un conducto de retorno que permite retornar, bajo forma de condensado, hacia el depósito, una fracción pesada del gas natural que incluye los hidrocarburos que presentan la cadena de carbono más larga y, por otro lado, a un conducto conectado a la entrada del compresor para conducir una fracción ligera del gas natural que incluye los hidrocarburos que presentan la cadena de carbono más corta.
- 35 - el circuito de alimentación del quemador cortocircuita dicho separador de fases.
- el compresor es un compresor típicamente multietapa.
- el sistema incluye un dispositivo de protección del compresor, incluyendo dicho dispositivo de protección, un bucle de recirculación equipado con una válvula que permite reenviar aguas arriba del compresor un flujo gaseoso recogido aguas abajo de dicho compresor.
- 40 - la parte de circuito común al circuito de alimentación del equipo de producción de energía y al circuito de calentamiento comprende una pluralidad de compresores dispuestos en paralelo.

Según un modo de realización, la invención se refiere a un buque que incluye un depósito de almacenamiento de gas licuado, un equipo de producción de energía elegido entre un motor térmico, una pila de combustión y una turbina de gas, una instalación de producción de energía equipada con un quemador y un sistema de tratamiento y de suministro del gas natural tal como se ha mencionado en el presente documento anteriormente.

En un modo de realización, el equipo de producción de energía está destinado a asegurar la propulsión del buque.

Según un modo de realización, la invención se refiere igualmente a un procedimiento de rellenado del depósito de un buque tal como se ha mencionado en el presente documento anteriormente en el que se suministra un fluido a través de unas canalizaciones aisladas desde una instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia el depósito del buque.

Según un modo de realización, la invención se refiere igualmente a un sistema que incluye un buque tal como se ha mencionado en el presente documento anteriormente, unas canalizaciones aisladas dispuestas de manera que se une el depósito instalado en el casco del buque a una instalación de almacenamiento flotante o terrestre y una bomba para arrastrar un flujo de fluido a través de las canalizaciones aisladas desde la instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia el depósito del buque.

60 Breve descripción de las figuras

La invención se comprenderá mejor, y surgirán más claramente otros objetos, detalles, características y ventajas de esta en el curso de la descripción que sigue de varios modos de realización particulares de la invención, dados únicamente a título ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos.

- 65 • La figura 1 es una vista esquemática de un sistema integrado de tratamiento y de suministro de gas natural de un

buque.

- La figura 2 ilustra el sistema de la figura 1, en el que se ponen de manifiesto mediante un remarcado en grueso un recorrido del gas natural para la alimentación de un equipo de producción de energía para la propulsión del buque y para la alimentación del equipo de producción de energía para la generación de electricidad.
- La figura 3 ilustra el sistema de la figura 1, en el que se pone de manifiesto mediante un remarcado en grueso un recorrido de gas natural para la alimentación del equipo de producción de energía para la generación de electricidad.
- La figura 4 ilustra el sistema de la figura 1, en el que se pone de relieve un recorrido del gas natural hacia un quemador de una instalación de producción de energía para el aprovechamiento de la fracción pesada del gas natural.
- La figura 5 ilustra el sistema de la figura 1, en el que se pone de relieve un recorrido de gas natural, evaporado en el depósito, hacia el quemador de la instalación de producción de energía.
- La figura 6 ilustra sistema de la figura 1, en el que se pone de manifiesto un recorrido del gas natural durante la implementación de un procedimiento de calentamiento del depósito.
- La figura 7 ilustra un buque equipado con un depósito de almacenamiento de gas y de un equipo de producción de energía alimentado por gas natural para la propulsión del buque.

Descripción detallada de modos de realización

En la descripción y en las reivindicaciones, los términos “aguas arriba” y “aguas abajo” se definen con relación al sentido de circulación del gas natural.

La figura 7 representa un buque 1 equipado con uno o varios depósitos 2 de almacenamiento de gas natural licuado y con un grupo motopropulsor que incluye uno o varios equipos de producción de energía 4, elegidos entre los motores térmicos, las pilas de combustión o las turbinas de gas, alimentados con gas natural. Un buque 1 de ese tipo puede ser particularmente un metanero destinado al transporte de gas natural licuado, pero puede estar destinado igualmente a otras aplicaciones. A título de ejemplo, puede tratarse de un buque de transporte de mercancías, de un buque de transporte de pasajeros, de buque de pesca u otros.

La figura 1 representa un depósito 2 de almacenamiento de gas natural así como un sistema 3, integrado a bordo del buque 1, de tratamiento y de suministro del gas natural. El sistema 3 de tratamiento y de suministro del gas natural está adaptado para la alimentación de un equipo de producción de energía 4 del grupo motopropulsor, tal como se representa en la figura 2, para la alimentación de un quemador 5, tal como se representa en las figuras 4, 5 y 6 y, opcionalmente, para la alimentación de otro equipo de producción de energía, tal como un motor térmico, una pila de combustión o una turbina de gas 6 de un generador eléctrico, tal como se representa en las figuras 2 y 3.

El depósito 2 es un depósito estanco y térmicamente aislante adaptado para el almacenamiento de gas natural licuado (GNL). El depósito 2 puede ser particularmente del tipo de membranas que permite almacenar el gas natural licuado a presión atmosférica.

El equipo de producción de energía 4 del grupo motopropulsor se elige entre los motores térmicos, las pilas de combustión y las turbinas de gas. Cuando el equipo de producción de energía 4 es un motor térmico, el motor puede ser de alimentación mixta diésel-gas natural. Dichos motores 4 pueden funcionar, o bien en modo diésel en el que el motor está íntegramente alimentado en diésel o bien en modo gas natural en el que el combustible del motor está principalmente constituido por gas natural mientras que se inyecta una reducida cantidad de diésel piloto para iniciar la combustión.

El árbol de salida asociado a la energía mecánica generada por el equipo de producción de energía 4 puede o bien acoplarse a una o varias hélices para la propulsión del buque, o bien acoplarse a un alternador que permite transformar la energía mecánica en energía eléctrica, siendo utilizada en este caso la energía eléctrica para la alimentación de un motor eléctrico acoplado a una hélice para la proporción del buque. En esta última alternativa, si se aplica a un motor térmico, puede ser particularmente un motor de tecnología DFDE por “Dual Fuel Diesel Electric” en inglés.

El equipo de producción de energía 6 para la generación de electricidad puede ser un motor térmico de alimentación mixta diésel-gas natural, por ejemplo de tipo DFDE, una pila de combustión o una turbina de gas.

El quemador 5 está integrado en una instalación de producción de energía. La instalación de producción de energía puede incluir particularmente una caldera de producción de vapor. El vapor puede estar destinado a alimentar unas turbinas de vapor para la producción de energía y/o para alimentar una red de calentamiento del buque 1.

La figura 2 ilustra dos circuitos que alimentan respectivamente el equipo de producción de energía 4 del grupo motopropulsor y el equipo de producción de energía 6 para la generación de electricidad. El circuito que alimenta el equipo de producción de energía 4 del grupo motopropulsor se designará en lo que sigue por “circuito principal” mientras que el circuito que alimenta el equipo de producción de energía 6 para la producción de electricidad se designará por “circuito secundario”. Nótese que el circuito principal puede utilizarse igualmente con el fin de suministrar el gas natural hacia el circuito secundario. Una disposición de ese tipo permite asegurar una redundancia de la alimentación del circuito secundario, de manera que se pallén eventuales defectos de funcionamiento.

El circuito principal incluye una canalización de aspiración 7a que desemboca hacia el fondo del depósito 2 y alimentada por una bomba 8a. La canalización de aspiración 7a conduce el gas natural licuado hacia una conexión de tres vías 23 que permite conectar la canalización de aspiración 7a, por un lado, a una canalización 24, equipada con una válvula 123, conectada a la entrada de una instalación de vaporización forzada 9a, igualmente denominada evaporador y, por otro lado, a una canalización 25, equipada con una válvula 223, conectada a un pulverizador 10a. La estación de vaporización forzada 9a permite transformar el gas natural licuado en flujo gaseoso. La salida de la instalación de vaporización forzada 9a se conecta mediante un conducto 26 al pulverizador 10a con el fin de conducir el flujo gaseoso hacia dicho pulverizador 10a. Al pulverizador 10a es adecuado para pulverizar, en el flujo gaseoso, obtenido a la salida de la instalación de vaporización forzada 9a, el gas natural licuado recogido aguas arriba de dicha instalación de vaporización forzada 9a. El pulverizador 10a permite de ese modo refrigerar el flujo gaseoso de tal manera que se condensen los hidrocarburos más pesados, es decir aquellos que presentan la cadena de carbono más larga y las temperaturas de evaporación más elevadas. El flujo gaseoso se refrigera típicamente a una temperatura inferior a -100 °C.

En la salida del pulverizador 10a, el flujo gaseoso cargado de gotitas de gas natural en suspensión se conduce hacia un separador de fases 11a a través de la canalización 27. Este separador de fases 11a, a veces denominado separador de niebla, o “mist separator” en inglés, permite separar la fase líquida de la fase gaseosa. La fase líquida está constituida por una fracción pesada del gas natural que incluye los hidrocarburos más pesados, es decir que presentan la cadena de carbono más larga. La fracción pesada del gas natural se reenvía bajo la forma de condensados hacia el depósito de almacenamiento 2 a través de una canalización de retorno de condensados 12a. La canalización de retorno de condensados 12a está equipada con un recipiente 72a de recuperación de los condensados que se purga regularmente cuando su nivel de condensados alcanza un umbral.

La fase gaseosa, constituida por la fracción ligera del gas natural que incluye los hidrocarburos que presentan la cadena de carbono más corta, se conduce por su parte, a través de la canalización 28, hacia un aparato de calentamiento del gas 13 que permite calentar la fase gaseosa a una temperatura típica de 30 °C. Un aparato de calentamiento del gas 13 es típicamente un intercambiador de calor gas/líquido o gas/gas. El aparato de calentamiento del gas 13 está equipado en este caso con un bucle de recirculación 29.

Finalmente, a la salida del aparato de calentamiento del gas 13a, el flujo gaseoso puede conducirse hacia el equipo de producción de energía 4 del grupo motopropulsor a través de la canalización 30.

De manera similar, el circuito secundario incluye una canalización de aspiración 7b que desemboca hacia el fondo del depósito 2 y alimentada por una bomba 8b. La canalización de aspiración 7b permite disponer el gas natural licuado hacia una instalación de vaporización forzada 9b y hacia dos pulverizadores 10b y 31. Para hacer esto, la canalización de aspiración 7b se conecta a través de una conexión de tres vías 32, por un lado a una canalización 33, equipada con una válvula 132, que conduce a un pulverizador 31 y, por otro lado, a una canalización 34, equipada con una válvula 232, por su parte conectada a una conexión de tres vías 35 que permite conectar dicha canalización 34, por un lado, al pulverizador 10b a través de la canalización 36, equipada con una válvula 135 y, por otro lado, a la entrada de la instalación de vaporización forzada 9b a través de la canalización 17, equipada con una válvula 235.

La salida de la instalación de vaporización forzada 9b se conecta mediante una serie de canalizaciones 37, 38, 39 a los pulverizadores 10a, 31 que permiten pulverizar el gas natural licuado de manera que se condensen los hidrocarburos más pesados. El flujo gaseoso, a la salida del pulverizador 31, se conduce a la entrada de un separador de fases 11b a través de una canalización 40.

De manera similar, el separador de fases 11b permite separar la fase líquida de la fase gaseosa y retornar los condensados hacia el depósito 2 a través de una canalización de retorno de los condensados 12b. La canalización de retorno de los condensados 12b está equipada con un recipiente 72b de recuperación de los condensados que se purga regularmente cuando su nivel de condensados alcanza un umbral.

Por otro lado, a la salida del separador de fases 11b, la fase gaseosa, constituida por la fracción ligera del gas natural, se conduce, a través de una canalización 42, hacia uno o varios compresores 16a, 16b dispuestos en paralelo. Con el fin de permitir, el suministro del flujo gaseoso, en paralelo, hacia varios compresores 16a, 16b, la canalización 42 está provista con una o varias conexiones multi-vía 43 que conducen hacia unas canalizaciones equipadas con válvulas 143, 243. En la figura 2, el flujo gaseoso no se conduce más que a través de uno de los dos compresores 16a, 16b. Sin embargo, en función de la consigna de caudal de alimentación del equipo de producción

de energía 4 o 6, se podrá concebir hacer transitar el flujo gaseoso, en paralelo, a través de los dos compresores 16a, 16b.

Por ejemplo, los compresores 16a, 16b son unos compresores multietapa, que permiten calentar el flujo gaseoso y comprimirlo a presiones compatibles con las especificaciones de los equipos de producción de energía 6 alimentados con gas natural, por ejemplo del orden de 5 a 6 bar absolutos para los motores térmicos tipo DFDE. El compresor 16a, 16b puede ser un compresor volumétrico, un compresor centrífugo o cualquier otro tipo compatible con las presiones de alimentación en la entrada de un motor térmico, de una pila de combustión, o de una turbina de gas.

De manera ventajosa, el sistema 3 está equipado con un dispositivo de protección anti-inestabilidad o "anti-surge" que permite proteger el compresor 16a, 16b contra los regímenes de reducido caudal volumétrico en la entrada. Un dispositivo de ese tipo incluye, en la salida del compresor 16a, 16b, un bucle de recirculación 44 que permite reenviar una parte del flujo gaseoso comprimido, a aguas arriba de dicho compresor 16. El bucle de recirculación 44 está equipado con una válvula 18a, 18b que permite controlar el caudal en el bucle de recirculación 44. En el modo de realización representado, el bucle de recirculación 44 está conectado a una canalización 14, cuya disposición se describirá a continuación.

En la salida del (de los) compresor(es) 16a, 16b, el flujo gaseoso se conduce hacia un aparato de refrigeración 19 que permite controlar la temperatura del flujo gaseoso en una temperatura de consigna. Cuando el sistema incluye varios compresores 16a, 16b en paralelo, las salidas de dichos compresores 16a, 16b se conectan a la entrada del aparato de refrigeración 19 a través de unas conexiones de tres vías 45, 63.

Finalmente, a la salida del aparato de refrigeración 19, el flujo gaseoso se conduce hacia el equipo de producción de energía 6 del generador eléctrico a través de una canalización 46. Nótese que dicha canalización 46 está equipada con una conexión de tres vías 47 cuyas dos vías salientes están equipadas con válvulas 147, 247 que permiten dirigir selectivamente el flujo gaseoso hacia el equipo de producción de energía 6 del generador eléctrico y/o hacia el equipo de producción de energía 4 del grupo motopropulsor.

Nótese además que, en el modo de realización representado, el circuito principal, que permite alimentar el equipo de producción de energía 4 del grupo motopropulsor, no está equipado con un compresor, contrariamente al circuito secundario porque el circuito principal así como la bomba 8a que alimenta la canalización de aspiración 7a del circuito principal son adecuadas para proporcionar unas presiones de acuerdo con las condiciones de funcionamiento de dicho equipo de producción de energía 4.

En la figura 3, se ha representado el suministro del gas a través del circuito secundario cuando se incorpora el gas natural evaporado en el depósito de almacenamiento al circuito secundario de alimentación del equipo de producción de energía 6.

Para hacer esto, el sistema 3 incluye una canalización 71 que desemboca en la parte alta del depósito 2. Una conexión de tres vías 70 conecta la canalización 71 que desemboca en la parte alta del depósito 2, al circuito secundario a través de una canalización 48 provista de una válvula 170, y a una canalización 49, provista de una válvula 270 y que forma parte de un circuito de calentamiento cuya función se detallará a continuación. La conexión de tres vías 70 así como las válvulas 170, 270 forman un órgano de conexión de tres vías conmutable.

La canalización 48 se conecta, por su parte, a través de una conexión de tres vías 50 a una canalización 14. La conexión de tres vías 50 conecta la canalización 14 a la canalización 51 equipada con una válvula 150 y que forma parte del circuito de calentamiento y a la canalización 48 equipada con la válvula 170. La conexión de tres vías 50 así como las válvulas 150 y 170 forman igualmente un órgano de conexión conmutable.

La canalización 14 se conecta al circuito secundario a través de una conexión de tres vías 54 que permite conectar la salida del pulverizador 10b y dicha canalización 14 a la entrada del pulverizador 31. El gas evaporado en el depósito 2 se incorpora así al flujo gaseoso en la salida de la instalación de vaporización forzada 9b, antes de conducirse hacia el segundo pulverizador 31, teniendo igualmente por función controlar la temperatura del flujo gaseoso a la entrada del separador de fases 11b pulverizando el gas natural al estado licuado en el flujo gaseoso. De ese modo, el circuito de alimentación secundaria incluye, en su parte aguas arriba, un trayecto de disposición del gas natural evaporado, recogido en el depósito 2, y un trayecto de vaporización forzada del gas natural.

Un trayecto de ese tipo de dirección del gas, evaporado en el depósito, es particularmente apropiado cuando el gas natural licuado se almacena a temperatura ambiente lo que da como resultado una evaporación natural.

Las figuras 4 y 5 ilustran el recorrido para la alimentación de gas natural al quemador 5. La figura 4 ilustra el trayecto de vaporización forzada del gas natural mientras que la figura 5 ilustra el trayecto del gas natural evaporado, recogido en el depósito 2. Se observará que, en los dos casos, el circuito para la alimentación del quemador 5 cortocircuita el separador de fases 11b de manera que permite un aprovechamiento energético de la fracción pesada del gas natural.

En la figura 4, el circuito de alimentación del quemador 5 incluye una parte de circuito común con el circuito secundario. Esta parte de circuito común permite la vaporización forzada del gas natural licuado e incluye la canalización de aspiración 8b alimentada por la bomba 8b, la instalación de vaporización forzada 9b y, opcionalmente, el pulverizador 10b.

5 Aguas abajo de la instalación de vaporización forzada 9b, el sistema 3 de tratamiento y de suministro incluye una conexión de tres vías 55 que conecta t la salida de la instalación de vaporización forzada 9b hacia la serie de canalizaciones 38, 39, 40 equipadas con una válvula 155 y que la dirige hacia el separador de fases 11b, y una canalización 56, equipada con una válvula 255 que permite cortocircuitar dicho separador de fase 11b, con el fin de  
10 aprovechar, en el quemador 5, la fracción pesada del gas natural. De ese modo, el órgano de conexión conmutable así formado permite suministrar selectivamente la salida de la instalación de vaporización forzada 9b o bien hacia el separador de fases 11b, o bien hacia el quemador 5.

15 La canalización 56 conduce el flujo gaseoso, en la salida de la instalación de vaporización forzada, hacia un aparato de calentamiento del gas 57. El aparato de calentamiento del gas 57 es, por ejemplo, un intercambiador de calor gas/líquido o gas/gas. El aparato de calentamiento del gas 57 está equipado en este caso con un bucle de recirculación 58. El aparato de calentamiento del gas 57 permite calentar la fase gaseosa, aguas arriba de dicho quemador 5 a una temperatura de consigna, típicamente del orden de 30 °C. A la salida del aparato de calentamiento del gas 57, unas canalizaciones 68, 59 permiten dirigir el gas hacia el quemador 5.

20 En la figura 5, el circuito de alimentación del quemador 5 incluye otra parte de circuito común con el circuito secundario. Esta parte de circuito común permite la recogida del gas natural, evaporado en el depósito 2. Esta parte de circuito común incluye la canalización 71 que desemboca en la parte alta del depósito 2, la canalización 48 conectada a la canalización 71 mediante la conexión de tres vías 70 y la canalización 14 conectada a la canalización  
25 71 mediante la conexión de tres vías 50. La canalización 14 se conecta, por su parte, a una conexión de tres vías 60 que conecta la canalización 14 a la serie de canalizaciones 39, 40 que la dirigen hacia el separador de fases 11b y hacia las válvulas 143, 243 y a una canalización 56, equipada con una válvula 160, y que permite cortocircuitar dicho separador de fases 11b, con el fin de aprovechar, en el quemador 5, la fracción pesada del gas natural.

30 A continuación, como se ha detallado anteriormente en relación con la figura 4, la canalización 56 conduce el flujo gaseoso hacia el aparato de calentamiento del gas 57 y, posteriormente, a la salida del aparato de calentamiento del gas 57, unas canalizaciones 68, 59 permiten dirigir el gas hacia el quemador 5.

35 Nótese que, aunque el trayecto del gas natural, evaporado en el depósito 2, y el trayecto de vaporización forzada del gas natural se ilustran en dos figuras diferentes con el fin de facilitar la comprensión, es por supuesto posible utilizar simultáneamente estos dos trayectos para conducir el gas natural hacia el quemador 5.

40 El sistema 3 de tratamiento y de suministro del gas natural está equipado ventajosamente con un dispositivo de control de una variable representativa del índice de metano del gas natural licuado suministrado. El índice de metano indica la capacidad de la mezcla gaseosa para resistir un fenómeno indeseable de picado y está comprendido entre 0 y 100. El índice de metano depende de la composición del gas natural. El índice de metano puro es de 100. El índice disminuye cuando la proporción de los hidrocarburos más pesados tales como propano y/o butano y/o pentano aumenta.

45 Un dispositivo de control de ese tipo de una variable representativa del índice de metano del gas natural puede incluir particularmente uno o varios caudalímetros dispuestos aguas abajo de uno o de los dos separadores de fases 11a, 11b, en la canalización 42 por ejemplo, con el fin de medir el caudal de flujo gaseoso de la fracción ligera del gas natural. Este caudal es representativo del índice de metano del gas natural licuado suministrado. En efecto, en régimen continuo, con caudal de bombeo constante, este caudal tendrá tendencia a disminuir cuando el depósito 2 se vacía y la concentración de hidrocarburos pesados aumenta.  
50

De manera alternativa o como complemento, es posible igualmente colocar un captador de temperatura, por ejemplo en la canalización 48 que permite conducir el gas evaporado, recogido en el depósito, con el fin de medir la temperatura del gas evaporado, recogido en el depósito 2. En efecto, cuanto mayor es la temperatura del gas evaporado, más incluye este una proporción grande de hidrocarburos pesados, puesto que se aproxima al final del viaje.  
55

Además, de manera alternativa o como complemento, es posible igualmente registrar la frecuencia de purgado de al menos uno de los recipientes 72a, 72b la recuperación de los condensados y/o seguir la evolución del nivel de condensados de al menos uno de los recipientes 72a, 72b.  
60

El dispositivo de control incluye igualmente una unidad de control adecuada para recibir y tratar los datos recogidos por al menos uno de los captadores mencionados en el presente documento a continuación. La unidad de control compara la (las) variable(s) representativa(s) del índice de metano con un umbral. En función de esta comparación, la unidad de control es adecuada para generar una alarma o pasar automáticamente de un modo de funcionamiento en el que el gas natural alimenta el equipo de producción de energía 4, 6 del grupo motopropulsor y/o del generador  
65

eléctrico a un modo de funcionamiento en el que la fracción pesada del gas natural se aprovecha y conduce hacia el quemador 5 de la instalación de producción de energía. En la práctica, cuando la variable representativa del índice de metano corresponde a un índice de metano inferior a un índice de aproximadamente 80, la unidad de control genera una alarma o pasa automáticamente a modo de aprovechamiento de la fracción pesada del gas natural.

5 En el modo de realización que prevé un cambio automático de ese tipo del modo de funcionamiento, el dispositivo de control es adecuado para transmitir una señal de consigna a una de varias válvulas 155, 255, 160, 143, 243 que equipan las conexiones de tres vías 55 y 60 de manera que haga bifurcar el flujo gaseoso hacia el quemador 5 cortocircuitando dicho separador de fases 11b.

10 Cuando el equipo de producción de energía es un motor de explosión de alimentación mixta gas-diésel, en paralelo con el paso hacia el modo de funcionamiento en el que se aprovecha la fracción pesada del gas natural y se conduce hacia el quemador 5, el motor térmico 4 del grupo motopropulsor y/o el del generador eléctrico 6 bascula al modo diésel con el fin de proseguir la propulsión del buque y/o la generación de electricidad.

15 La figura 6 ilustra el recorrido de gas natural cuando se implementa un procedimiento que permite calentar el depósito 2. Este procedimiento se implementa cuando el depósito 2 está casi vacío, estando entonces el remanente del gas natural bajo forma gaseosa en el depósito 2.

20 Durante la implementación del procedimiento de calentamiento, el gas natural se recoge en la parte baja del depósito 2 por medio de la canalización 52 que desemboca en la parte baja del depósito 2.

25 En el modo de realización representado, la canalización 52 que desemboca en la parte baja del depósito 2 se conecta a un órgano de conexión de tres vías conmutable 53 que permite conectar selectivamente dicha canalización 52, o bien a una canalización 51 de la parte aguas arriba del circuito de calentamiento de manera que permita una recogida del flujo gaseoso en la parte baja del depósito 2, o bien a un circuito 61 de rellenado del depósito 2 que permite suministrar gas natural licuado desde un tanque terrestre hacia el depósito 2.

30 Por otro lado, la canalización 51 de la parte aguas arriba del circuito de calentamiento se conecta, aguas abajo, a una conexión de tres vías 50. Las válvulas 170, 150 permiten conectar selectivamente o bien la canalización 51 de la parte aguas arriba del circuito de calentamiento, o bien la canalización 48 que permite conducir el gas evaporado, recogido en el depósito 2, a la canalización 14.

35 La parte aguas arriba del circuito de calentamiento puede de ese modo conectarse a la entrada de los compresores 16a, 16b a través de las canalizaciones 39, 40 y 42 de manera que se conduzca el gas recogido en la parte baja del depósito hacia los compresores. La temperatura del flujo gaseoso a la salida de los compresores 16a, 16b, para la implementación del procedimiento de calentamiento del depósito 2, es, por ejemplo, del orden de 50 °C.

40 La parte del circuito que incluye las canalizaciones 14, 39, 40 y 42 así como al menos uno de los compresores 16a, 16b es así común al circuito secundario de alimentación de gas de un equipo de producción de energía 4, 6 y al circuito de calentamiento. Por consiguiente, se optimiza la concepción del sistema 3 de tratamiento y de suministro del gas y al menos uno de los compresores 16a, 16b asegura a la vez la preparación de un flujo gaseoso para la alimentación del equipo de producción de energía 4, 6 y la implementación de un procedimiento de calentamiento del depósito 2.

45 En la salida de los compresores 16a, 16b, unas conexiones de tres vías 62, 63 conectan la salida de los compresores 16a, 16b a unas canalizaciones 64, 65 equipadas con válvulas 162, 163 y a unas canalizaciones que desembocan hacia el circuito de alimentación secundaria, y equipadas con válvulas 262, 263. Dichas canalizaciones 64, 65 se conectan, a través de conexiones de tres vías 66, 67 a la canalización 56 que forma parte del circuito de alimentación del quemador 6 dirigida al aparato de calentamiento del gas 57.

50 Así, para el calentamiento del depósito 2, el flujo gaseoso pasa a la vez a través de los compresores 16a, 16b y a través del aparato de calentamiento 57. A la salida del aparato de calentamiento del gas 57, el flujo gaseoso presenta, por ejemplo, una temperatura del orden de 80 °C.

55 Por otro lado, a la salida del aparato de calentamiento del gas 57, una canalización 68 conduce a una conexión de tres vías 69 que permite evacuar una parte del flujo, en exceso, hacia el quemador 5 a través de la canalización 59 equipada con una válvula 169 y reenviar otra parte del flujo gaseoso hacia el depósito 2 a través de una canalización 49 equipada con una válvula 269 y que forma un tramo de retorno hacia el depósito 2.

60 Se comprende así que la canalización 56, el aparato de calentamiento del gas 57 así como la canalización 68 definen una parte de circuito que es común al circuito de calentamiento del depósito 2 y al circuito de alimentación de gas del quemador 5. Por consiguiente, las canalizaciones 64, 65 forman unos tramos de conexión que permiten conectar la salida de los compresores 16, 16b a la parte del circuito que es común al circuito de calentamiento del depósito 2 y al circuito de alimentación de gas del quemador 5.

65

La canalización 49 que forma un tramo de retorno hacia el depósito 2 se conecta, mediante la conexión de tres vías 70, a la canalización 71 que desemboca en la parte alta del depósito 2. De esa manera, en función de la posición de las válvulas 170, 270, la canalización 71 que desemboca en la parte alta del depósito 2 podrá utilizarse para la recogida del gas evaporado en el depósito 2 cuando se desea alimentar un equipo de producción de energía 4, 6 o el quemador 5, de gas natural, o para inyectar gas caliente cuando se desea calentar el depósito 2.

En consecuencia, durante la implementación del procedimiento de calentamiento del depósito 2, se inyecta gas caliente en la parte alta del depósito 2 mientras que el gas se extrae en la parte baja del depósito 2. Teniendo el gas caliente, por naturaleza, tendencia a situarse en la parte alta del depósito 2, una disposición de ese tipo permite obtener una estratificación térmica del depósito 2 que aumenta el rendimiento del procedimiento de calentamiento del depósito 2.

De manera conocida en sí misma, tal como se representa en la figura 7, pueden conectarse unas canalizaciones de carga/descarga, por medio de conectores apropiados, a un terminal marítimo o portuario para transferir un cargamento de GNL desde o hacia el depósito 2.

La figura 7 representa un ejemplo de terminal marítimo que incluye una estación de aprovisionamiento de gas natural licuado 82, un conducto submarino 83 y una instalación en tierra 81. La estación de aprovisionamiento de gas natural licuado 82 es una instalación fija marina que incluye un brazo móvil 84 y una torre 85 que soporta el brazo móvil 84. El brazo móvil 84 lleva tuberías flexibles aisladas 80 que pueden conectarse a las canalizaciones de carga. El brazo móvil 84 orientable se adapta a todas las dimensiones de los buques. Un conducto de enlace no representado se extiende en el interior de la torre 85. La estación de aprovisionamiento de gas natural licuado 82 permite el rellenado del depósito del buque 1 desde la instalación en tierra 81. Esta incluye unos depósitos de almacenamiento de gas licuado 86 y unos conductos de enlace 87 unidos mediante el conducto submarino 83 a la estación de aprovisionamiento de gas natural licuado 82. El conducto submarino 83 permite la transferencia del gas licuado entre la estación de aprovisionamiento de gas natural licuado 82 y la instalación en tierra 81.

Para generar la presión necesaria para la transferencia del gas licuado, se implementan unas bombas integradas en el buque 1 y/o unas bombas que equipan la instalación en tierra 81 y/o unas bombas que equipan la estación de carga y descarga 82.

Aunque la invención se ha descrito en conexión con varios modos de realización particulares, es por supuesto evidente que no está en ningún caso limitada y que comprende todos los equivalentes técnicos de los medios descritos así como sus combinaciones si estas entran en el marco de la invención tal como se define por las reivindicaciones.

En particular, aunque en los modos de realización descritos en el presente documento anteriormente el buque no incluye más que un único depósito de almacenamiento de gas natural licuado, es posible igualmente conectar el sistema de tratamiento y de suministro de gas a una pluralidad de depósitos de almacenamiento. Los depósitos de almacenamiento están, en este caso, equipados cada uno con canalizaciones de aspiración alimentadas por unas bombas y canalizaciones que desembocan en la parte alta y en la parte baja del depósito, conectadas a los circuitos del sistema de tratamiento tal como se ha descrito en el presente documento anteriormente.

Se observa por otro lado que aunque el término de órgano de conexión se ha utilizado en el presente documento anteriormente para describir la asociación de una conexión de tres vías con varias válvulas que equipan una o varias canalizaciones entrantes o una o varias canalizaciones salientes, ese término se extiende a todos los equivalentes técnicos que permitan conectar dos canalizaciones entrantes a una canalización saliente o una canalización entrante a dos canalizaciones salientes, y equipadas con medios que permitan, según las circunstancias, operar una selección para favorecer o bien un flujo procedente de una de las dos canalizaciones entrantes o bien un flujo en dirección a una de las dos canalizaciones salientes o repartir o bien un flujo entrante a dos flujos salientes o bien dos flujos entrantes hacia un flujo saliente.

El uso del verbo "incluir", "comprender" o "englobar" y sus formas conjugadas no excluye la presencia de otros elementos o etapas que aquellas enunciadas en la reivindicación. El uso del artículo definido "un" o "una" para un elemento o una etapa no excluye, salvo mención en contrario, la presencia de una pluralidad de tales elementos o etapas.

En las reivindicaciones, cualquier signo de referencia entre paréntesis no se debería interpretar como una limitación de la reivindicación.

## REIVINDICACIONES

## 1. Sistema de tratamiento y de suministro de gas natural que incluye:

- 5 - un circuito de alimentación de un equipo de producción de energía elegido entre un motor térmico, una pila de combustión o una turbina de gas, que permite suministrar gas natural desde un depósito (2) de almacenamiento de gas natural licuado hacia dicho equipo de producción de energía (4, 6), incluyendo dicho circuito de alimentación una parte aguas arriba conectada al depósito (2) y una parte aguas abajo conectada al equipo de producción de energía (4, 6);
- 10 - un circuito de alimentación de un quemador que permite suministrar gas natural desde el depósito (2) hacia el quemador (5) que incluye una parte aguas arriba conectada al depósito (2) y una parte aguas abajo conectada al quemador (5);
- 15 - un circuito de calentamiento del depósito (2) adecuado para recoger un flujo gaseoso en la parte baja del depósito (2) y para inyectarlo en la parte alta del depósito (2), incluyendo dicho circuito de calentamiento una parte aguas arriba conectada a una canalización (52) que desemboca en la parte baja del depósito (2) y una parte aguas abajo conectada a una canalización (71) que desemboca en la parte alta del depósito (2); en el que:
- 20 - el circuito de alimentación del equipo de producción de energía y el circuito de calentamiento incluyen una parte de circuito común que comprende un compresor (16a, 16b) que presenta una entrada y una salida y que permite aumentar la presión y la temperatura de un flujo gaseoso, estando delimitada dicha parte común, aguas arriba, por un primer órgano de conexión de tres vías conmutable (50, 150, 170) que permite conectar selectivamente la parte aguas arriba del circuito de alimentación del equipo de producción de energía o la parte aguas arriba del circuito de calentamiento a la entrada del compresor (16a, 16b) y, aguas abajo, mediante un segundo órgano de conexión de tres vías conmutable (62, 162, 262; 63, 163, 263) que permite conectar selectivamente la salida del compresor a la parte aguas abajo del circuito de alimentación del equipo de producción de energía o a la parte
- 25 aguas abajo del circuito de calentamiento;
- incluyendo la parte aguas abajo del circuito de calentamiento un tercer órgano de conexión de tres vías (69) que permite conectar dicha parte aguas abajo del circuito de calentamiento a la parte aguas abajo del circuito de alimentación del quemador (5) de manera que se evacúe una parte del flujo gaseoso suministrado en el circuito de calentamiento hacia el quemador (5).

- 30 2. Sistema según la reivindicación 1, en el que la parte aguas abajo del circuito de calentamiento incluye un tramo de conexión (64, 65) a la salida del compresor y un tramo de retorno (49) hacia el depósito (2) y en el que la parte aguas abajo del circuito de calentamiento y el circuito de alimentación del quemador incluyen una parte común que comprende un aparato de calentamiento de gas (57) que presenta una entrada y una salida, estando delimitada
- 35 dicha parte común, aguas arriba mediante un cuarto órgano de conexión de tres vías conmutable (66, 67, 160, 162, 163) que permite conectar selectivamente la parte aguas arriba del circuito de alimentación del quemador (5) o el tramo de conexión (64, 65) a la salida del compresor (16a, 16b) del circuito de calentamiento a la entrada del aparato de calentamiento (57) y, aguas abajo, mediante el tercer órgano de conexión de tres vías (69, 169, 269) que permite conectar simultáneamente la salida del aparato de calentamiento de gas (57) a la parte aguas abajo del
- 40 circuito de alimentación del quemador y al tramo de retorno (49) hacia el depósito del circuito de calentamiento.

3. Sistema según la reivindicación 1 o 2, que incluye un órgano de conexión de tres vías conmutable (70, 170, 270) que permite conectar selectivamente dicha canalización (71) que desemboca en la parte alta del depósito, por un
- 45 lado, a la parte aguas abajo del circuito de calentamiento de manera que permite una inyección del flujo gaseoso en la parte alta del depósito (2) o, por otro lado, a la parte aguas arriba del circuito de alimentación del equipo de producción de energía (4, 6) y/o a la parte aguas arriba del circuito de alimentación del quemador con el fin de permitir una recogida del gas, evaporado en el depósito (2).

4. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que incluye un circuito de rellenado (61) del depósito
- 50 y un órgano de conexión de tres vías conmutable (53) que permite conectar selectivamente dicha canalización (52) que desemboca en la parte baja del depósito (2), por un lado, a la parte aguas arriba del circuito de calentamiento de manera que permita una recogida del flujo gaseoso en la parte baja del depósito (2) o, por otro lado, al circuito de rellenado del depósito.

5. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el circuito de alimentación del equipo de
- 55 producción de energía incluye un separador de fases (11a) conectado, aguas abajo, por un lado, a un conducto de retorno (12a) que permite retornar, bajo forma de condensado, hacia el depósito (2), una fracción pesada del gas natural que incluye los hidrocarburos que presentan la cadena de carbonos más larga y, por otro lado, a un conducto (42) conectado a la entrada del compresor (4) para conducir una fracción ligera del gas natural que incluye los
- 60 hidrocarburos que presentan la cadena de carbono más corta.

6. Sistema según la reivindicación 5, y en el que el circuito de alimentación del quemador (5) cortocircuita dicho
- separador de fases (11a).

7. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el compresor (16a, 16b) es un compresor
- multietapa.

8. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que incluye un dispositivo de protección del compresor, incluyendo dicho dispositivo de protección, un bucle de recirculación (44) equipado con una válvula (18a, 18b) que permite reenviar aguas arriba del compresor (16a, 16b) un flujo gaseoso recogido aguas abajo de dicho compresor (16a, 16b).
- 5
9. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la parte de circuito común al circuito de alimentación del equipo de producción de energía (4, 6) y al circuito de calentamiento comprende una pluralidad de compresores (16a, 16b) dispuestos en paralelo.
- 10
10. Buque que incluye un depósito (2) de almacenamiento de gas licuado, un equipo de producción de energía (4, 6) elegido entre un motor térmico, una pila de combustión y una turbina de gas (4, 6), una instalación de producción de energía equipada con un quemador (5) y un sistema de tratamiento y de suministro del gas natural según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
- 15
11. Buque según la reivindicación 10, en el que el equipo de producción de energía (4, 6) está destinado a asegurar la propulsión del buque.
12. Procedimiento de rellenado de un depósito de un buque (1) según la reivindicación 11, en el que se suministra un fluido a través de unas canalizaciones aisladas (80) desde una instalación de almacenamiento flotante o terrestre (81) hacia el depósito (2) del buque (1).
- 20
13. Sistema de transferencia para un fluido, incluyendo el sistema un buque (1) según la reivindicación 11, unas canalizaciones aisladas (80) dispuestas de manera que se una el depósito (2) instalado en el casco del buque a una instalación de almacenamiento flotante o terrestre (81) y una bomba para arrastrar un flujo de fluido a través de las canalizaciones aisladas desde la instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia el depósito del buque.
- 25

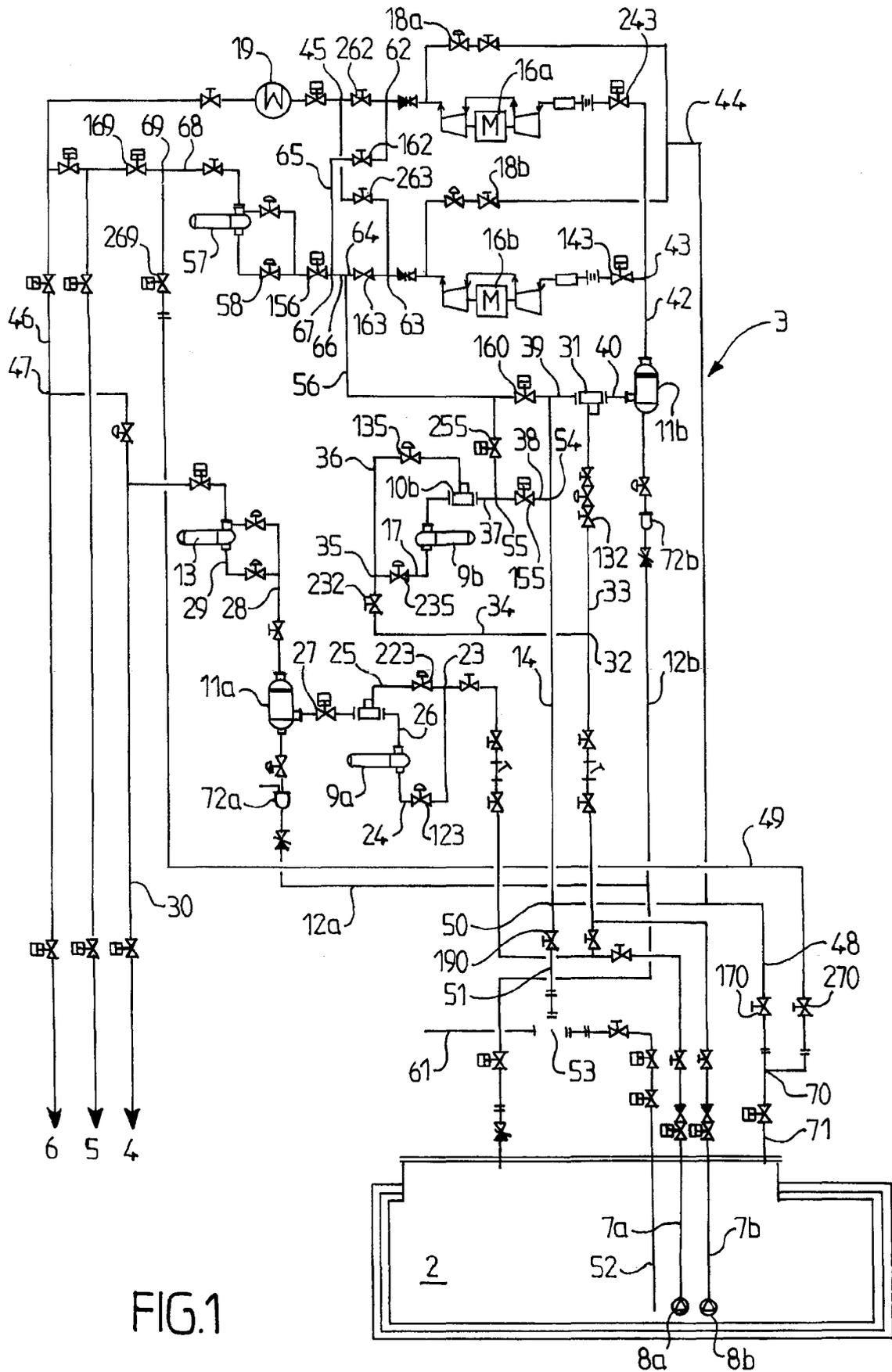


FIG.1



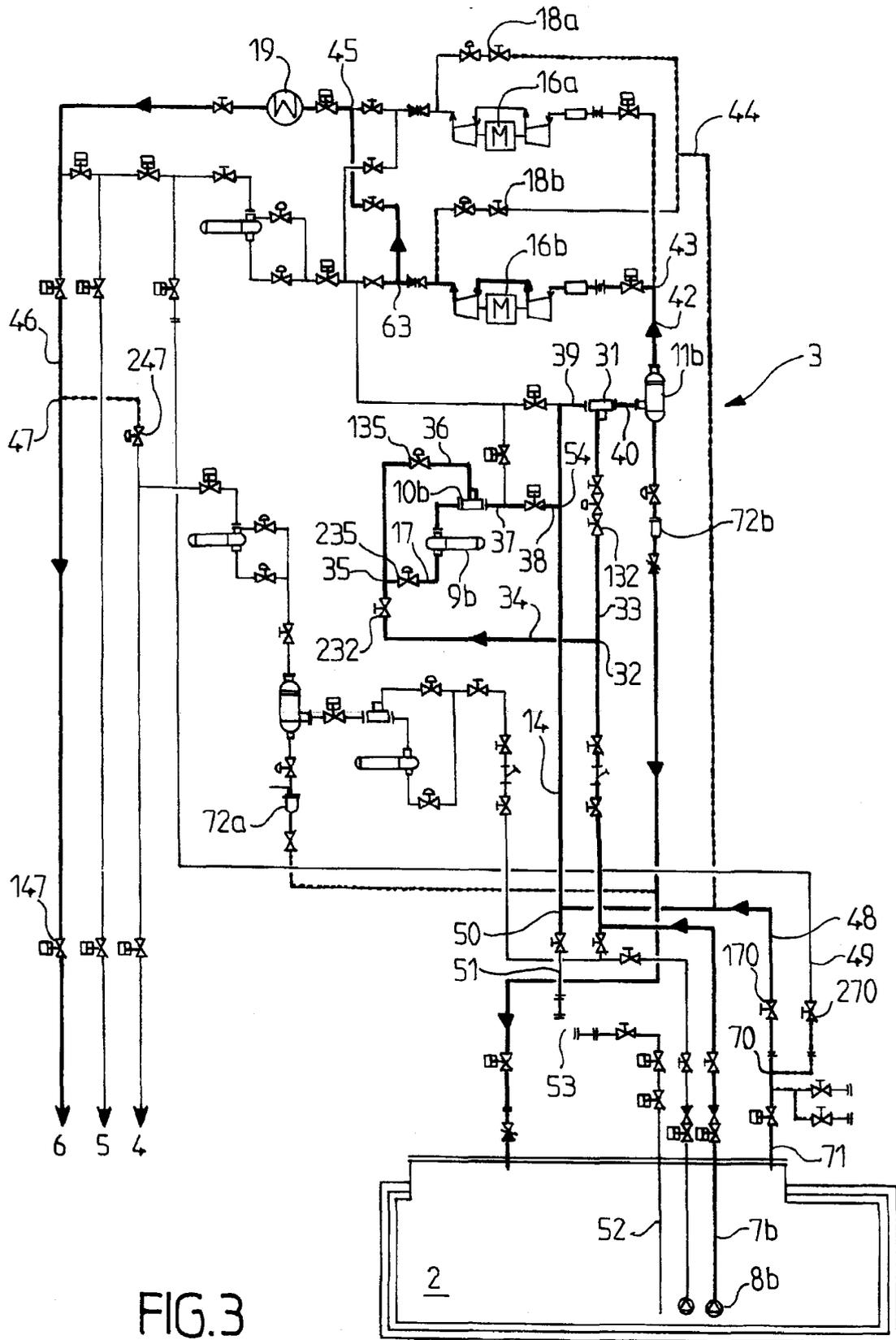


FIG.3

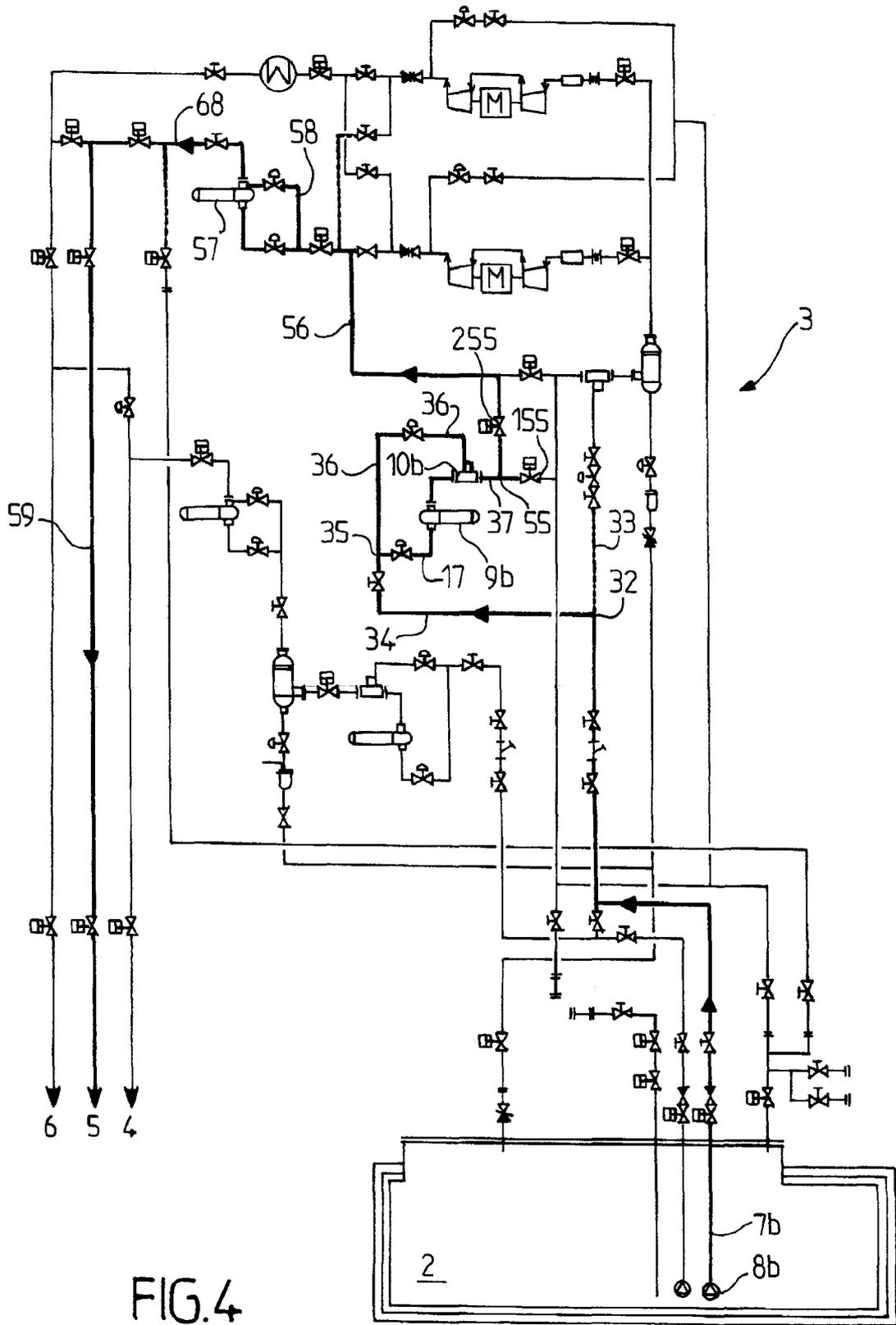


FIG.4

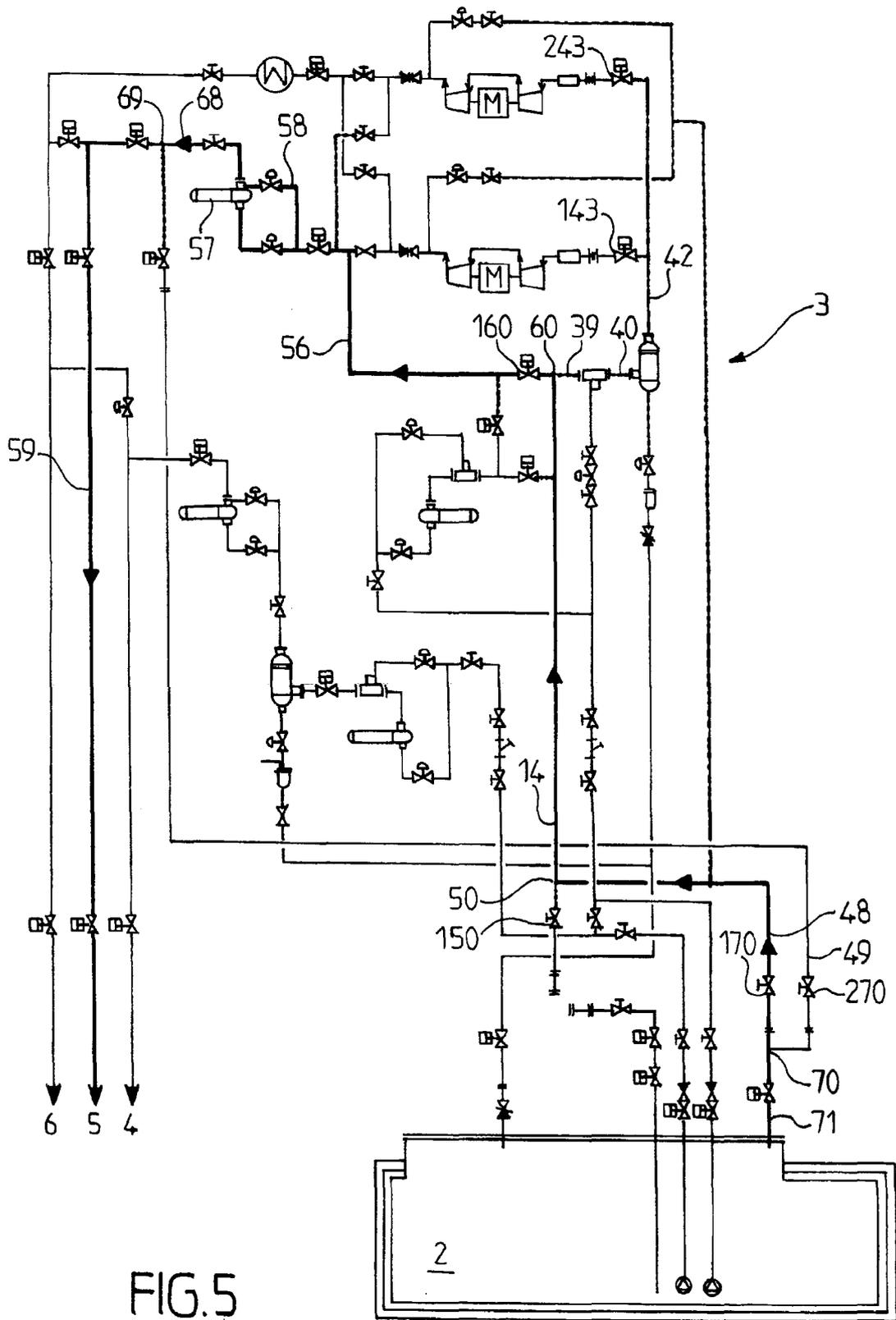


FIG. 5

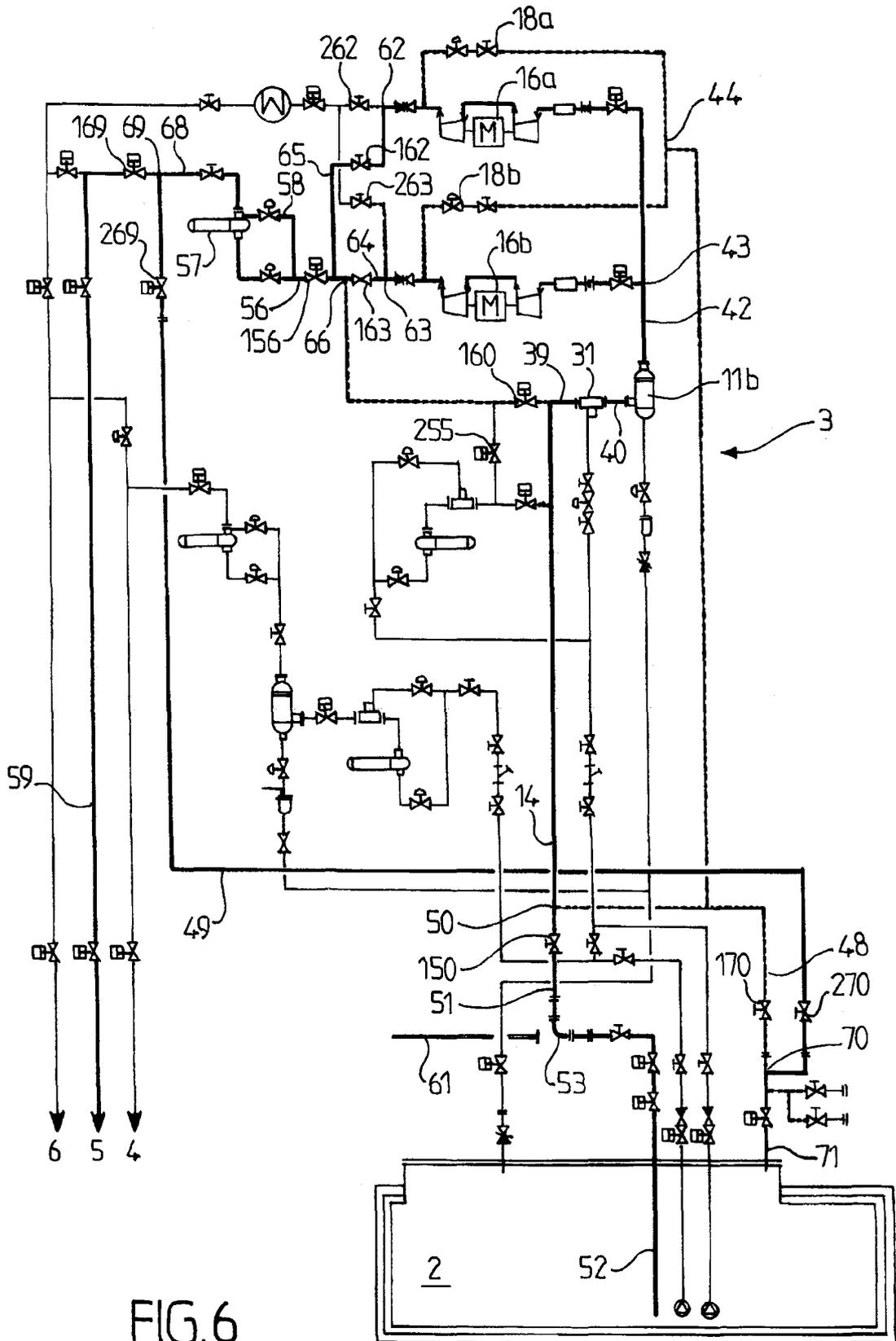


FIG. 6

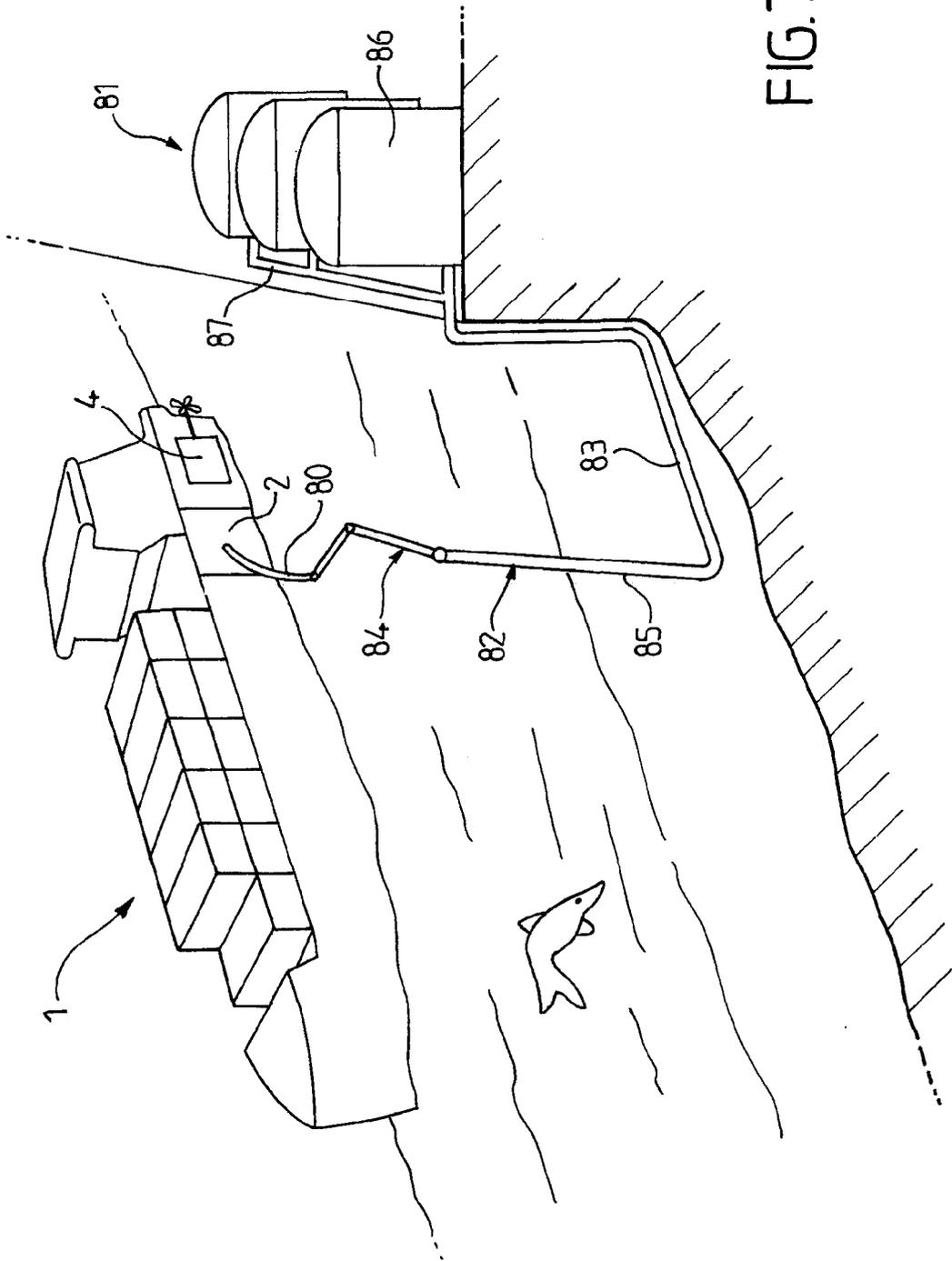


FIG. 7