

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 748**

51 Int. Cl.:

**B01D 53/50** (2006.01)

**B01D 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2016 E 16201990 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018 EP 3175907**

54 Título: **Instalación y procedimiento para depurar los gases de escape de un motor de un buque marino**

30 Prioridad:

**04.12.2015 FR 1561858**

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

**11.10.2018**

73 Titular/es:

**LAB SA (100.0%)  
259 avenue Jean Jaurès  
69007 Lyon, FR**

72 Inventor/es:

**SIRET, BERNARD y  
TABARIES, FRANK**

74 Agente/Representante:

**SALVÀ FERRER, Joan**

**ES 2 685 748 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 y procedimiento para depurar los gases de escape de un motor de un buque marino

5 **[0001]** La presente invención se refiere a una instalación y un procedimiento para depurar los gases de escape de un motor de un buque marino.

**[0002]** Los buques marinos, ya sean transatlánticos u otros buques, utilizan principalmente combustible como carburante para los motores diésel que garantizan su propulsión. Este combustible contiene hasta el 5 % en peso de azufre, con más frecuencia entre el 0,5 y el 3,5 % en peso. Durante el proceso de combustión en los motores, este azufre se transforma en dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Por consiguiente, los gases crudos que escapan de estos motores son ácidos y dañinos y deben depurarse antes de ser liberados a la atmósfera.

15 **[0003]** La tecnología más comúnmente propuesta es utilizar agua de mar para lavar los gases a depurar, generalmente en circuito abierto: por su alcalinidad, el agua del mar captura el dióxido de azufre en un lavador dentro del cual, al mismo tiempo, los gases a depurar circulan de manera ascendente y el agua de mar circula de manera descendente. En ciertas situaciones, por ejemplo, cuando el barco se encuentra en un puerto o cuando la alcalinidad natural del agua de mar no es suficiente, se debe añadir una alcalinidad adicional mediante un reactivo básico como sosa o magnesia.

20 **[0004]** En la figura 1 se muestra un ejemplo de tal lavador de la técnica anterior, con la referencia 10. Este lavador 10 retoma así, por ejemplo, las enseñanzas de los documentos US-2015/147233 y WO-2008/100317. Los gases de escape de un motor diésel que asegura la propulsión de un buque tienen la referencia 1 y se envían al lavador 10, si es necesario después de pasar a través de un dispositivo de templado 11 que permite disminuir la temperatura de estos gases. Para realizar la desulfurización de los gases 1, el lavador 10 está dotado internamente de un relleno 12, apreciándose que se conocen otras tecnologías además de los lavadores con relleno en la técnica, tales como lavadores de pulverización de lluvia o lavadores de placas. En el caso del lavador con relleno 10 de la figura 1, los gases 1 se introducen en este lavador 10 por debajo del relleno 12 mientras que un líquido de lavado 2, típicamente agua de mar, se mezcla, en su caso, con sosa o magnesia, se distribuye en la parte superior del lavador, es decir, por encima del relleno 12: en la circulación a través del relleno 12, los gases ascendentes y el líquido de lavado descendente entran en contacto entre sí de manera que el dióxido de azufre de los gases sea capturado por el líquido de lavado. Los gases 3 que salen del relleno 12 se depuran de este modo, mientras que los líquidos 4 que fluyen del relleno 12 se cargan con sulfitos, hidrogenosulfitos y/o ácido sulfuroso, dependiendo del pH de estos líquidos 4.

35 **[0005]** Se entiende que los efluentes líquidos que fluyen de un lavador de desulfuración, tales como los líquidos 4 en la figura 1, son reductores y agresivos con los materiales, además de perjudiciales para el medio ambiente ya que tienen una gran demanda de oxígeno. Además, es esencial proceder con la oxidación de estos efluentes para transformar sulfitos, hidrogenosulfitos y/o ácido sulfuroso en sulfatos. Parte de esta oxidación se realiza en el lavador, pero no es suficiente, siendo una de las razones que los gases de escape enviados al lavador tienen poco oxígeno. Lo fundamental de esta oxidación se realiza generalmente en un tanque *ad hoc*, tal como el tanque 13 mostrado en la figura 1, en el que los líquidos 4 caen o son transferidos. La figura 1 muestra el caso en el que el tanque de oxidación 13 está integrado en el lavador 10 pero, como alternativa, este tanque puede estar separado. En todos los casos, el aire 5 se introduce en el fondo del tanque 13 para formar burbujas, por ejemplo, por medio de rampas de distribución y burbujeo 14.

**[0006]** Para que la oxidación de los líquidos 4 en el tanque 13 sea suficiente antes de que se eliminen, es necesario que la altura del líquido en el tanque 13 sea importante, típicamente al menos un metro: el peso del tanque 13 y los líquidos 4 que contiene es por lo tanto considerable, lo que es perjudicial a bordo de un buque. A título indicativo, el peso de un metro de efluentes líquidos al pie de un lavador con un diámetro de cinco metros es de casi veinte toneladas.

**[0007]** Además, en caso de fallo del dispositivo de templado 11, el relleno 12 del lavador 10 tiene el riesgo de estar sometido a temperaturas excesivas, lo que requiere medidas adicionales de seguridad y redundancia si se quieren evitar daños en las piezas del lavador 10, que será sensible a dichas temperaturas excesivas.

**[0008]** El objeto de la presente invención es proporcionar una instalación y un procedimiento de depuración, que permita superar estas desventajas, proporcionando una solución que, si bien es más segura y más económica que las soluciones conocidas, reduzca la peso total operativo de la instalación.

**[0009]** Para este propósito, el objeto de la invención es una instalación para depurar gases de escape de un motor de un buque marino, como se define en la reivindicación 1.

5 **[0010]** La invención también tiene por objeto un procedimiento para depurar gases de escape de un motor de un buque marino, como se define en la reivindicación 7. Por lo tanto, la invención, que está destinada a ser utilizada de una manera privilegiada para depurar los gases de escape de los motores diésel por los lavadores húmedos a bordo de los buques, se basa en el uso de un lavador de dos etapas de relleno, con aire de oxidación introducido en el lecho o lechos compactos de la etapa inferior, mientras que los gases a desulfurar se introducen entre el lecho o lechos compactos de la etapa inferior y el lecho o lechos compactos de la etapa superior. Dado que la oxidación de los líquidos que han capturado el dióxido de azufre de los gases se realiza por el lecho o lechos compactos de la etapa inferior, se evita el uso de un tanque de burbujeo, tal como el tanque 13 descrito anteriormente, lo que representa una ganancia significativa en peso y altura. Además, el aire de oxidación que se introduce en el lecho o lechos compactos de la etapa inferior se encuentra, después de pasar a través del lecho o lechos compactos, mezclado con gases que entran en el lavador y, por lo tanto, limita la temperatura en el lavador, en particular en caso de fallo del dispositivo de templado, que asegura el uso de materiales no metálicos por el lavador. Además, el suministro de flujo de aire de oxidación en el lavador requiere poca energía y se puede lograr por medio de un material poco costoso, tal como un ventilador.

20 **[0011]** Las características ventajosas adicionales de la instalación y el procedimiento de acuerdo con la invención se especifican en las reivindicaciones dependientes.

**[0012]** La invención se comprenderá mejor al leer la siguiente descripción, dada únicamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos, en los que:

25

- la figura 1 es una vista esquemática de una instalación de depuración que está en la técnica anterior y que se ha descrito anteriormente; y

- la figura 2 es una vista esquemática de una instalación de acuerdo con la invención, que implementa un procedimiento de acuerdo con la invención.

30

**[0013]** En la figura 2 se muestra una instalación que permite depurar los gases de escape 101 de un motor diésel que garantiza la propulsión de un buque marino en el que está embarcada esta instalación. Los gases 101, que pueden haber sufrido una desnitrificación anterior, se introducen en un lavador de desulfurización 1000 después de pasar a través de un dispositivo de templado 1010.

35

**[0014]** El dispositivo de templado 1010, que es conocido *per se*, está diseñado para enfriar los gases 101. En la práctica, antes del templado por el dispositivo 1010, los gases 101 están calientes, teniendo una temperatura preferiblemente de entre 200 y 450 °C, mientras que, después del templado, los gases 102 que salen del dispositivo 1010 tienen una temperatura de entre 40 y 80 °C, preferiblemente entre 50 y 70 °C. A modo de ejemplo no limitativo, el dispositivo de templado 1010 está equipado con boquillas de pulverización, dispuestas en uno o más niveles en un conducto de flujo de gases.

40

**[0015]** El lavador 1000 tiene dos etapas que suceden verticalmente, concretamente, una etapa superior 1000A y una etapa inferior 1000B. La etapa superior 1000A comprende un lecho compacto 1020 y la etapa inferior 1000B comprende un lecho compacto 1030, estando dichos lechos compactos 1020 y 1030 dispuestos en un cuerpo 1001 del lavador 1000, que conecta el interior de la etapa superior 1000A con el interior de la etapa inferior 1000B a través de una región intermedia 1000C del lavador 1000 en el que se introducen los gases 102 en el cuerpo 1001 del lavador.

45

50 **[0016]** Por debajo del lecho compacto 1020 de la etapa superior 1000A, los gases 102 se introducen en la región intermedia 1000C en la que estos gases 102 forman parte de un flujo gaseoso 103 que circula de forma ascendente, es decir, hacia arriba, a través del lecho compacto 1020.

**[0017]** Por encima del lecho compacto 1020 de la etapa superior 1000A, se introduce un líquido de lavado 104 en el lavador. En la práctica, esta introducción del líquido 104 se lleva a cabo mediante un medio *ad hoc* de la etapa superior 1000A, que se conoce *per se* y que no se muestra en la figura 2. El líquido de lavado 104 está constituido, por ejemplo, por agua de mar mezclada, en su caso, con soda o magnesia, pero también puede contener o estar compuesto por salmuera resultante de una operación en bucle cerrado del lavador 1000. En todos los casos, el líquido de lavado 104 fluye de manera descendente, es decir, hacia abajo, a través del lecho compacto

55

1020.

**[0018]** De una manera conocida *per se*, el lecho compacto 1020 pone en contacto con el flujo gaseoso ascendente 103 con el líquido de lavado descendente 104 de manera que el dióxido de azufre procedente de los gases 102 se elimina del flujo gaseoso 103 capturado por el líquido de lavado 104. Los gases 105, que salen del lecho compacto 1020 y que escapan hacia arriba del lavador 1000, se depuran, mientras que los líquidos 106, que fluyen desde el lecho compacto 1020 y que caen en la región intermedia 1000C a la etapa inferior 1000B, están solo parcialmente oxidados, conteniendo principalmente sulfitos, hidrogenosulfitos y/o ácido sulfuroso, dependiendo del pH de estos líquidos 106.

10

**[0019]** Por debajo del lecho compacto 1030 de la etapa inferior 1000B, se introduce un flujo de aire 107 a presión en el lavador 1000, en la base de la etapa inferior 1000B. En particular, como se ilustra en la figura 2, el flujo de aire 107 se introduce de este modo en la base del lecho compacto 1030. El aire de este flujo 107 atraviesa de manera ascendente el lecho compacto 1030 y alcanza la región intermedia 1000C, donde se mezcla con los gases 102 para formar el flujo gaseoso 103. En la práctica, el flujo de aire 107 tiene un flujo másico menor que el de los gases 101. Por lo tanto, preferiblemente, el flujo másico del flujo de aire 107 representa entre el 7 y el 20 % del flujo másico de los gases 102.

15

**[0020]** El lecho compacto 1030 pone en contacto con el aire ascendente del flujo 107 con los líquidos 106 descendentes, de manera que, en este lecho compacto 1030, este aire oxida los líquidos 106, convirtiendo de este modo sulfitos, sus hidrogenosulfitos y/o su ácido sulfuroso en sulfatos. Los efluentes líquidos 108, que fluyen desde el lecho compacto 1030 y que caen en el fondo de la etapa inferior 1000B del lavador 1000, se evacuan al exterior del lavador por medios *ad hoc*, conocidos *per se*.

20

**[0021]** Obsérvese que el lecho compacto 1020 de la etapa superior 1000A no es necesariamente único, sino que pueden proporcionarse dos, o incluso más, lechos compactos en la etapa superior 1000A. Lo mismo se aplica para la etapa inferior 1000B. En todos los casos, de acuerdo con un dimensionamiento preferido, la altura del lecho compacto 1020, o de los diferentes lechos compactos de la etapa superior 1000A, es de entre tres y cinco metros, mientras que la altura del lecho compacto 1030 o los diversos lechos compactos de la etapa inferior 1000B está entre 0,5 y 1,5 metros. Este dimensionamiento limita sustancialmente el peso total y la altura total del lavador 1000 en comparación con el lavador 10 de la instalación de la figura 1, ya que el peso operativo de la etapa inferior 1000B es mucho menor que el del tanque de burbujeo 13, y la altura la etapa inferior 1000B es más pequeña que la del tanque de burbujeo 13.

25

30

**[0022]** Otra ventaja de la invención está relacionada con el hecho de que, en la práctica, el flujo de aire 107 es más frío que los gases 102: se deduce que el flujo de aire 107 garantiza, para los gases que entran en el lavador 1000, un enfriamiento adicional al realizado por el dispositivo de templado 1010. En otras palabras, el flujo de aire 107 constituye una seguridad complementaria con respecto al lavador 1000 en caso de fallo del dispositivo de templado 1010, o en el caso de una excursión no planificada de la temperatura de los gases 101. Esto permite utilizar de forma segura el lavador 1000 y sus accesorios de materiales no metálicos, en particular, pero sin limitación, un material a base de materia plástica. Por lo tanto, de acuerdo con una característica opcional ventajosa, el cuerpo 1001 del lavador 1000 está fabricado de un material compuesto a base de resina, tal como una resina cargada o una resina de vidrio laminado (SVR). De manera similar, los lechos compactos 1020 y 1030 están fabricados ventajosamente de un material plástico, tal como polietileno, polietileno de alta densidad o polipropileno. Estas adaptaciones relacionadas con los materiales utilizados para el lavador y sus accesorios permiten dar una gran ligereza a la instalación de la figura 2. A modo de ejemplo, en comparación con la instalación de la figura 1, cuyo tanque de burbujeo 13 induce un peso operativo de casi veinte toneladas con un diámetro de cinco metros para el lavador 10, el peso de los elementos constitutivos, tales como los anillos, el lecho compacto 1030 y su retención de líquido es inferior a una tonelada para una altura de este lecho compacto 1030 de 0,75 metros.

35

40

45

50

**[0023]** De acuerdo con una disposición ventajosa, cuando el flujo de aire 107 puede entrar en el lavador en la base del lecho compacto 1030, es decir, por encima del nivel de los efluentes 108 que cubren el fondo del lavador antes de que se evacuen regularmente, este flujo de aire 107 se introduce en el lavador 1000 bajo el efecto suministrado por un ventilador 1040 que entrega una sobrepresión de entre 500 y 5000 Pascales, con respecto a la presión atmosférica. A diferencia del uso de un soplante o un compresor, que debería entregar una presión mucho mayor para permitir el uso de la rampa de burbujeo 14 de la instalación de la figura 1, el uso del ventilador 1040 permite lograr un ahorro en el coste de los equipos y en el consumo de energía.

55

**[0024]** También debe observarse que la caída de presión del lecho compacto 1030 es muy baja,

particularmente inferior a 300 Pascales, ya que el flujo de aire 107 tiene un flujo másico menor que el de los gases 102.

**[0025]** Las ventajas proporcionadas por la instalación de la figura 2 y por el procedimiento de implementación 5 de esta instalación se pueden resumir de este modo:

- una gran ganancia en peso y altura, proporcionada por la eliminación de un tanque de burbujeo, tal como el tanque 13 de la instalación de la figura 1;
- el uso seguro de materiales no metálicos, en particular materiales plásticos y materiales compuestos a base de 10 resina; y
- un ahorro de inversión y de energía por el uso de un ventilador en lugar de un soplante o compresor.

**REIVINDICACIONES**

1. Instalación para depurar los gases de escape de un motor de un buque marino, que comprende:
- 5 - un dispositivo de templado (1010) que enfría los gases a depurar (101), y  
- un lavador de desulfuración (1000) con relleno, en cuyo interior se introducen tanto los gases (102) procedentes del dispositivo de templado (1010), que fluyen hacia arriba al interior del lavador, como un líquido de lavado de gases (104), que hacia abajo al interior del lavador,
- 10 **caracterizada porque** el lavador (1000) tiene tanto una etapa superior (1000A), que está dotada en el interior de al menos un lecho compacto (1020) por encima del cual se introduce el líquido de lavado (104) en el interior del lavador, y una etapa inferior (1000B), que está dotada en el interior de al menos un lecho compacto (1030) debajo del cual se introduce un flujo de aire (107) a presión en el lavador, introduciéndose los gases (102) procedentes del dispositivo de templado (1010) en el lavador entre la etapa superior y la etapa inferior de modo que:
- 15 - en la etapa superior (1000A) del lavador, el dióxido de azufre de los gases es capturado por el líquido de lavado (104) en el lecho o lechos compactos correspondientes (1020) cuando los gases circulan hacia arriba a través del lecho o lechos compactos y entran en contacto con el líquido de lavado que circula hacia abajo a través de los mismos, y
- 20 - en la etapa inferior (1000B) del lavador, los líquidos (106) procedentes de la etapa superior (1000A) se oxidan por el aire del flujo de aire (107) en la lecho o lechos compactos correspondientes (1030) cuando ese aire circula hacia arriba a través del lecho o lechos compactos y entra en contacto con los líquidos que circulan hacia abajo a través de los mismos.
- 25 2. Instalación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la instalación comprende además un ventilador (1040) para suministrar el flujo de aire (107), que está adaptado para producir una sobrepresión de entre 500 y 5000 Pascales con respecto a la presión atmosférica.
3. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizada porque** el lecho o lechos compactos (1020) de la etapa superior (1000A) tiene una altura de entre tres y cinco metros, y **porque** el lecho o lechos compactos (1030) de la etapa inferior (1000B) tienen una altura de entre 0,5 y 1,5 metros.
- 30 4. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el lecho o lechos compactos (1020) de la etapa superior (1000A) y/o el lecho o lechos compactos (1030) de la etapa inferior (1000B) están fabricados de un material plástico.
- 35 5. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el lavador (1000) comprende un cuerpo (1001), dentro del cual se disponen el lecho o lechos compactos (1020) de la etapa superior (1000A) y el lecho o lechos compactos (1030) de la etapa inferior (1000B), y que está fabricado de un material compuesto a base de resina.
- 40 6. Instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el flujo de aire (107) se introduce en el lavador (1000) en la base del lecho o lechos compactos (1030) de la plataforma inferior (1000B).
- 45 7. Procedimiento de depuración de gases de escape de un motor de un buque marino, en el que:
- los gases a depurar (101) se enfrían mediante un dispositivo de templado (1010) antes de entrar en un lavador de desulfuración (1000) con relleno, fluyendo los gases hacia arriba en el interior del lavador, y
- 50 - un líquido de lavado (104) de los gases a depurar también se introduce en el interior del lavador, circulando hacia abajo,
- caracterizado porque** los gases (102) procedentes del dispositivo de templado (1010) se introducen en el interior del lavador (1000) entre una etapa superior (1000A) y una etapa inferior (1000B) del lavador, cada una de las cuales
- 55 está dotada en el interior de al menos un lecho compacto (1020, 1030),
- porque** en la etapa superior (1000A) del lavador (1000), el lecho o lechos correspondientes (102) se atraviesan a la vez hacia arriba por los gases (102), que provienen del dispositivo de templado (1010), y hacia abajo por el líquido de lavado (104), que se introduce en el lavador por encima del lecho o lechos compactos (1020), para poner los

gases en contacto con el líquido de lavado de manera que este último capture el dióxido de azufre de los gases, y

**porque** en la etapa inferior (1000B) del lavador (1000), el lecho o lechos compactos correspondientes (1030) se atraviesan a la vez hacia abajo por los líquidos (106), que provienen de la etapa superior (1000A), y hacia arriba por el aire, que proviene de un flujo de aire (107) introducido a presión en el lavador por debajo del lecho o lechos compactos (1030), a fin de poner los líquidos en contacto con el aire para que este último oxide los líquidos.

8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado porque** el flujo de aire (107) tiene un flujo másico de entre el 7 y el 20 % el de los gases (102) que entran en el lavador (1000).
- 10 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, **caracterizado porque** el flujo de aire (107) se introduce en el lavador (1000) con una sobrepresión de entre 500 y 5000 Pascales con respecto a la presión atmosférica.
- 15 10. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado porque** el flujo de aire (107) tiene una temperatura inferior a la de los gases (102) que entran en el lavador (1000).
11. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado porque** los gases a depurar (101) presentan una temperatura de entre 200 y 450 °C antes del enfriamiento mediante el dispositivo de templado (1010), y una temperatura de entre 40 y 80 °C al salir del dispositivo de templado.
- 20 12. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado porque** el flujo de aire (107) se introduce en el lavador (1000) en la base del lecho o lechos compactos (1030) de la plataforma inferior (1000B).

25

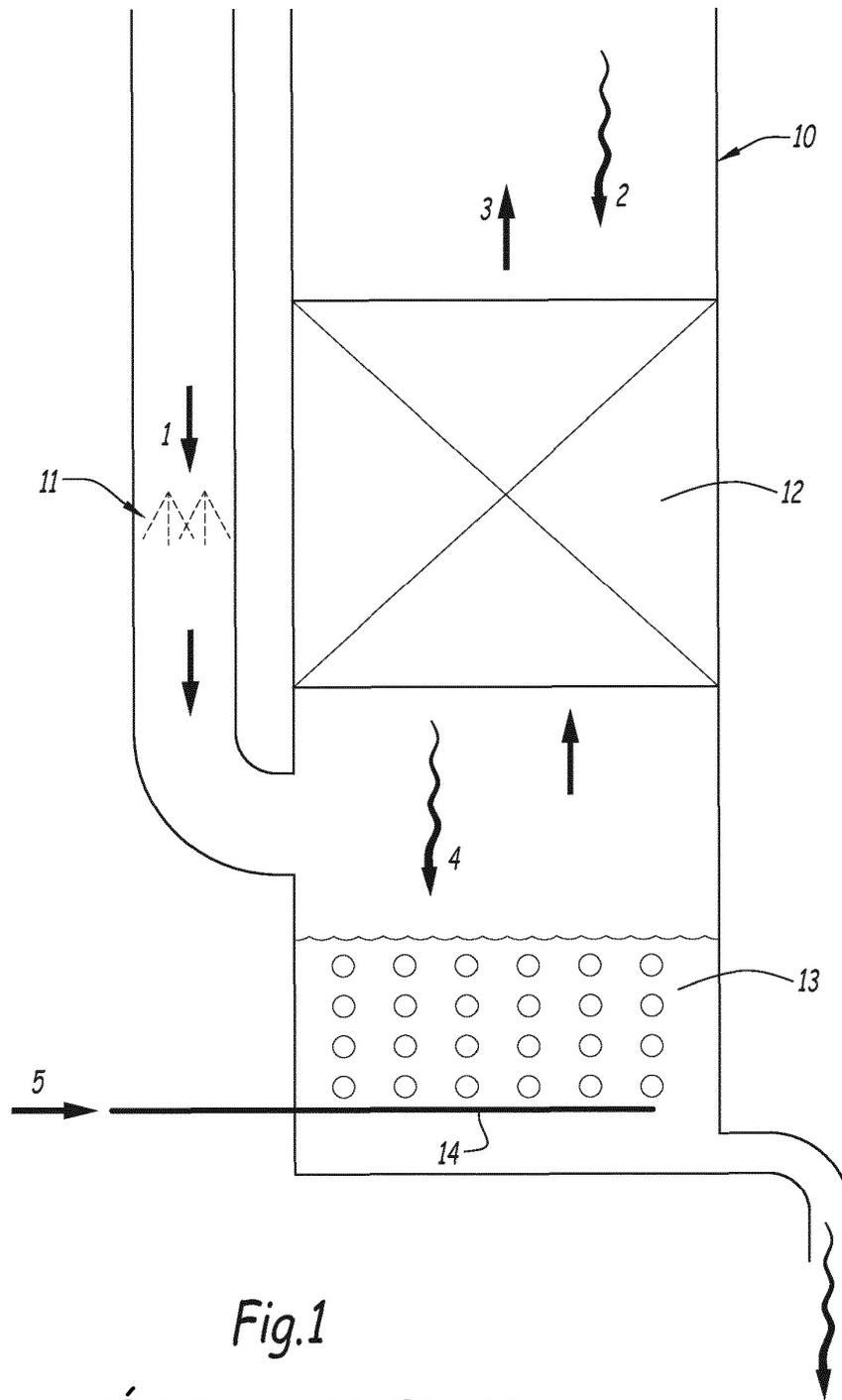


Fig.1

TÉCNICA ANTERIOR

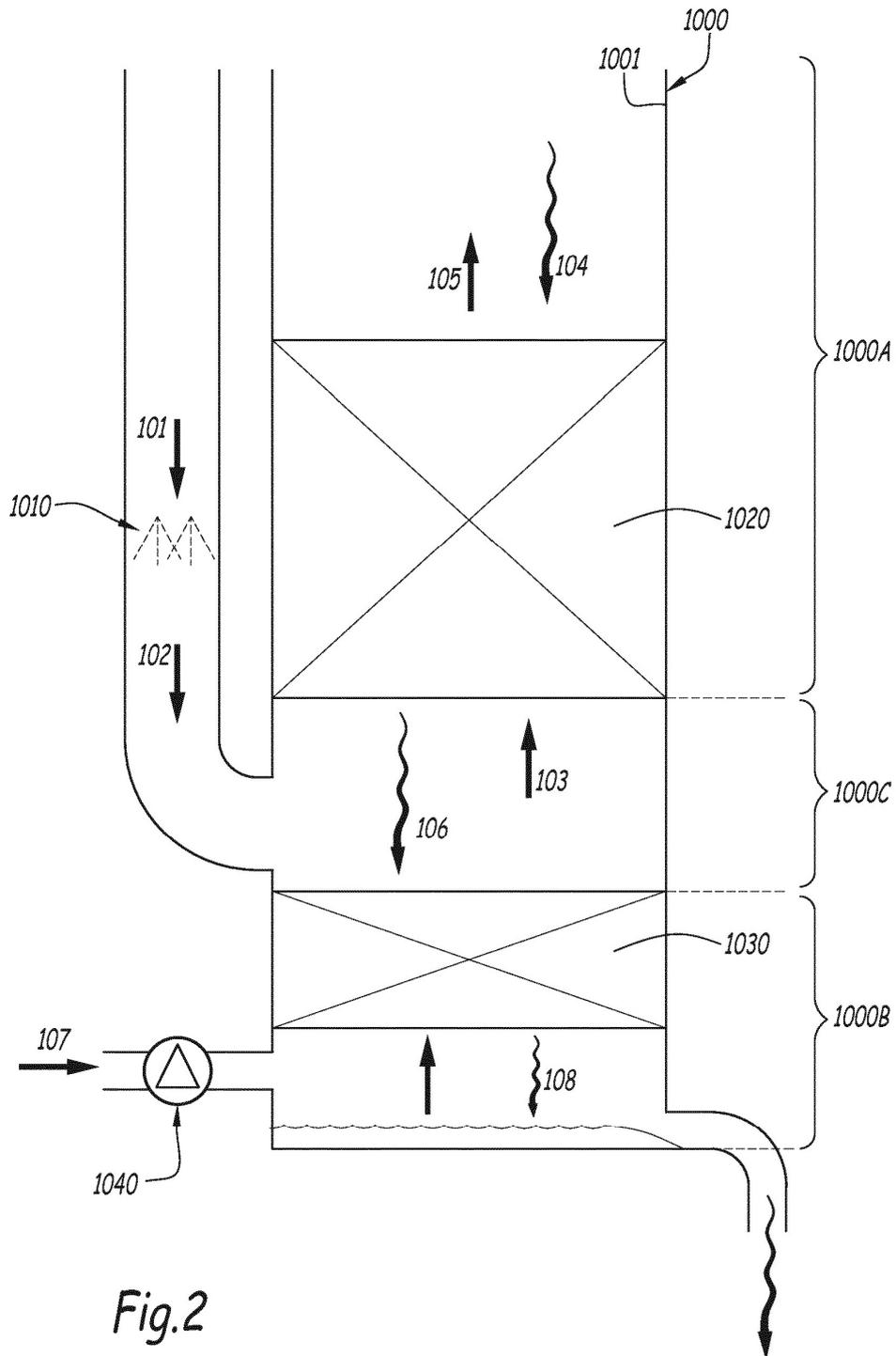


Fig.2