

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 482**

51 Int. Cl.:

B01D 53/34 (2006.01)

B01D 53/50 (2006.01)

B01D 53/92 (2006.01)

F01N 3/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.10.2015 E 15190375 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2017 EP 3012010**

54 Título: **Procedimiento e instalación de purificación de gases de escape de un motor de un barco marino.**

30 Prioridad:

20.10.2014 FR 1460062

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

11.07.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**TABARIES, FRANK y
SIRET, BERNARD**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 623 482 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

Procedimiento e instalación de purificación de gases de escape de un motor de un barco marino.

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento de purificación de gases de escape de un motor de un barco marino, así como a una instalación de aplicación de este procedimiento.
- [0002]** Los barcos marinos, ya sean trasatlánticos u otros barcos, usan diésel como carburante para sus motores, sobre todo fuel. Este fuel contiene hasta el 5 % en masa de azufre, con la máxima frecuencia entre el 0,5 y
10 el 3,5 % en masa. Durante el proceso de combustión en los motores, este azufre se transforma en dióxido de azufre (SO₂), que es un gas ácido.
- [0003]** La reglamentación marítima en vigor obliga a limitar los residuos expulsados por la chimenea de los barcos a un equivalente del 0,5 % en masa de azufre en el fuel que alimenta los motores de los barcos. Sin
15 embargo, el valor límite de residuos depende de la zona de navegación: cerca de la costa o en el puerto, las emisiones de dióxido de azufre deben ser menores que en alta mar. Debe observarse que, incluso en el puerto, un trasatlántico, por ejemplo de crucero, debe seguir haciendo funcionar sus motores para atender las necesidades de electricidad a bordo y así, potencialmente, emite dióxido de azufre.
- 20 **[0004]** Para cumplir con la reglamentación citada anteriormente, es necesario así que los barcos marinos empleen medios para reducir sus emisiones de dióxido de azufre. Pueden plantearse varias soluciones.
- [0005]** En primer lugar se puede reducir el contenido en azufre del fuel usado, lo que lleva inmediatamente a una reducción de las emisiones de dióxido de azufre. Sin embargo, el fuel de muy bajo contenido en azufre es caro,
25 de manera que este planteamiento no es viable económicamente.
- [0006]** Se puede usar un lavador húmedo con un reactivo de neutralización como, por ejemplo, sosa. Sin embargo las cantidades de sosa que deben preverse son importantes, ya que el flujo de dióxido de azufre puede alcanzar 500 kg/h y por lavador para los trasatlánticos de mayor tamaño. Aparte del precio de la sosa, es preciso
30 prever su almacenamiento y tener en cuenta su carácter muy cáustico, con los riesgos de seguridad que ello conlleva.
- [0007]** Finalmente, pueden contemplarse lavadores de desulfuración en agua de mar: esta tecnología que usa la alcalinidad natural del agua de mar para neutralizar el dióxido de azufre, es conocida y se sabe manejar, muy
35 en particular en las centrales de producción de energía situadas al borde del mar. El agua que sale de estos lavadores es ácida y necesita una posdilución, con todavía más agua de mar de lo necesario simplemente para captar el dióxido de azufre. El documento WO 2011/073503 proporciona un ejemplo. Con todo, la aplicación de esta tecnología no es posible a priori a bordo de un barco que debe navegar en aguas con salinidad y alcalinidad variables. Por su parte, el documento US 2010/0206171, que puede considerarse el estado de la técnica más
40 próximo a la invención, describe un procedimiento de purificación en el que los gases de escape de un motor marino son enviados a un lavador de desulfuración en agua de mar cuyos efluentes son enviados para oxidación y dilución a un dispositivo alimentado con aire y agua de mar: este documento propone controlar los dos caudales de agua de mar y el caudal de aire correspondientes, sin precisar sin embargo las especificidades de estos controles. En todos los casos, por una parte, debe preverse el bombeo de cantidades de agua importantes y variables, y con alturas
45 importantes, lo que induce un consumo sustancial de energía para las bombas correspondientes. Por otra parte, como las aguas salen del lavador son ácidas y reductoras, sus residuos en el mar plantean un problema de corrosión de los equipos, así como un problema posterior de ecotoxicidad, dada su importante DCO (demanda química en oxígeno), y un problema posterior de acidificación debido a que su oxidación continúa en el mar transformando el ácido débil que es el dióxido de azufre SO₂ captado o su equivalente H₂SO₃, en un ácido fuerte
50 que es el ácido sulfúrico.
- [0008]** El objeto de la presente invención es proponer un procedimiento de desulfuración de las emisiones gaseosas de los barcos, que, conservando rendimientos de desulfuración aceptables, consume menos energía y produzca efluentes menos perjudiciales.
55
- [0009]** Para este fin, la invención tiene por objeto un procedimiento de purificación de gases de escape de un motor de un barco marino, tal como se define en la reivindicación 1.
- [0010]** Una de las ideas en que se basa la invención es minimizar la energía necesaria para el bombeo de los

- flujos de agua de mar primero y segundo, acoplando el uno al otro de manera que la posición del dispositivo de posdilución sea bastante más baja que la del lavador de desulfuración y que el control de los caudales de estos flujos de agua de mar primero y segundo dependan de las necesidades reales, dadas respectivamente por la medida de la concentración de dióxido de azufre en los gases purificados que salen del lavador y por la medida del pH a la salida del dispositivo de posdilución. Además, el uso de una sal de hierro conduce, a la vez, a reducir la cantidad necesaria de agua de mar aportada por el primer flujo de agua de mar, ya que el hierro favorece la transferencia gas-líquido del dióxido de azufre, por catálisis de oxidación, y a disminuir el carácter reductor de los efluentes del lavador y con ello el carácter ecotóxico y corrosivo de los residuos finales en el mar.
- 5 [0011] En las reivindicaciones 2 a 7 se especifican características adicionales ventajosas del procedimiento de acuerdo con la invención.
- [0012] La invención tiene igualmente por objeto una instalación de purificación de gases de escape de un motor de un barco marino, tal como se define en la reivindicación 8.
- 15 [0013] En las reivindicaciones 9 y 10 se especifican características adicionales ventajosas de esta instalación.
- [0014] La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que se ofrece a continuación, dada únicamente a modo de ejemplo y realizada con referencia a los dibujos, en los que:
- 20 - la figura 1 es un esquema de una instalación que permite aplicar un procedimiento de acuerdo con la invención; y
- la figura 2 es un gráfico de la cinética de oxidación del azufre en solución en función de la concentración de hierro.
- 25 [0015] En la figura 1, un motor, por ejemplo diésel, de un barco emite gases de escape 1 que son enviados a un lavador de desulfuración 100, es decir, un lavador diseñado para captar el dióxido de azufre (SO₂) contenido en los gases de escape 1. Los gases de escape 1 están disponibles en general a una temperatura comprendida entre 220 y 350°C, temperatura que depende de las calderas y economizadores que pueden recuperar calor corriente arriba del lavador 100.
- 30 [0016] El lavador 100 usa agua de mar para la captura del dióxido de azufre, si bien es preciso pulverizar un caudal importante de agua de mar. El lavador 100 tiene también una función de inactivación, en el sentido de que enfría los gases hasta la temperatura de equilibrio con el agua, estando esta temperatura de equilibrio comprendida en general entre 20 y 40°C, de manera que su valor varía según la temperatura del agua de mar usada y según la temperatura de los gases, en particular.
- 35 [0017] La parte 101 del lavador 100, activa para la captura del dióxido de azufre, usa una tecnología conocida de por sí: esta parte activa 101 comprende, entre otros, un revestimiento o placas, y/o pulverizadores. Un flujo 2' de agua de mar, en su caso diluida, se admite en la parte activa 101 del lavador 100. Al ser la alcalinidad del agua de mar baja, comprendida normalmente entre 1 000 y 2 500 μ equivalentes de alcalinidad por litro, según la localización geográfica, esto obliga a usar un caudal importante para el flujo de agua de mar 2'. Como orden de magnitud, para un caudal con valor de 120 000 Nm³/h de los gases de escape 1 que contiene 300 kg/h de SO₂, el caudal para el flujo de agua de mar 2' es del orden de 1 000 m³/h.
- 40 [0018] Por motivos de implantación propios de los barcos marinos, el lavador 100 no se coloca en el fondo de la bodega, de manera que el flujo de agua de mar 2' deba bombearse por una bomba 200 que debe elevar el agua de mar varias decenas de metros y a través de tuberías, lo que genera así una pérdida sustancial de carga y conlleva un coste energético elevado. Como se explica a continuación, uno de los objetos que persigue la invención es minimizar el caudal del flujo de agua de mar 2', conservando rendimientos de desulfuración aceptables.
- 45 [0019] Los efluentes del lavador 100, es decir, las aguas que han captado el dióxido de azufre durante su paso en la parte activa 101 del lavador después de haber sido distribuidas en el lavador, son muy ácidos, con un pH comprendido normalmente entre 2 y 4, muy a menudo comprendido entre 2 y 3, y son fuertemente reductores.
- 50 [0020] Según una de las características de la invención, los efluentes del lavador 100 se recogen en un dispositivo de oxidación 300 diseñado para promover, en presencia de aire, la oxidación del azufre del estado (+4) al estado (+6), dicho de otro modo, diseñado para promover, en presencia de oxígeno, el paso de sulfitos a sulfatos. Para este fin, el dispositivo de oxidación 300 se alimenta por un flujo de aire 3 que es admitido, en concreto inyectado, directamente en los efluentes del lavador recogidos: los medios correspondientes del dispositivo de

oxidación 300 son conocidos de por sí y comprenden por ejemplo rampas de distribución y/o inyectores.

[0021] En el ejemplo de realización considerado en la figura 1, el dispositivo de oxidación 300 está integrado en el fondo del lavador 100, pero, como variante no representada, funcionalmente similar, este dispositivo de oxidación puede alejarse, es decir, separarse del lavador 100, en forma de un recipiente anexo.

[0022] Con independencia de su realización, se comprende que el dispositivo de oxidación 300 permite corregir el carácter reductor de los efluentes del lavador 100.

10 **[0023]** Según otra característica de la invención, un flujo 6 de una sal de hierro, preferentemente cloruro férrico, se admite en el dispositivo de oxidación 300, de manera que se acelera y se facilita la oxidación de los efluentes del lavador 100. En efecto, se sabe que el hierro, así como además otros metales, a concentraciones comprendidas entre 1 y 10 $\mu\text{moles/l}$, tiene un efecto considerable en la cinética de oxidación de los sulfitos. A modo de ejemplo, la figura 2, establecida a partir de los resultados de trabajos de investigación que se remontan a 1977 (S
15 Fuzzi), muestra el importante efecto del hierro en la oxidación del azufre en solución, de manera que el eje de abscisas de la figura 2 corresponde a la concentración de hierro en solución, mientras que el eje de ordenadas corresponde a la constante de la cinética de segundo orden K de oxidación del azufre en solución: el efecto depende del pH, tal como ilustran las dos curvas de la figura 2 que corresponden a valores respectivos de pH de 3 y 4.

20 **[0024]** En el ejemplo de realización considerado en la figura 1, el flujo 6 de la sal de hierro se mezcla con el flujo de agua de mar 2'. De este modo, se comprende que el lugar exacto de la inyección del flujo de sal de hierro 6 no tiene importancia en el momento en que la sal de hierro se encuentra, de una u otra manera, en los efluentes recogidos en el dispositivo de oxidación 300.

25 **[0025]** Según una característica de la invención, el caudal del flujo de aire 3 y/o el caudal del flujo de sal de hierro 6 están controlados, en su caso por medios ad hoc, a partir de la medida del potencial redox, denominado normalmente ORP, de los efluentes oxidados por el dispositivo de oxidación 300: para este fin, se usa una sonda 400 que mide permanentemente este potencial redox. En la práctica, la sonda 400 se coloca a la salida del dispositivo de oxidación 300, entendiéndose que este desplazamiento «a la salida» se corresponde más con la
30 disposición de la sonda 400 a la altura de un conducto que canaliza el flujo 4 que sale al exterior del dispositivo de oxidación 300, que con el uso de esta sonda en una zona del dispositivo de oxidación, en el que la oxidación de los efluentes se termina sustancialmente.

[0026] Ventajosamente, por los motivos indicados anteriormente, el caudal del flujo de sal de hierro 6 se
35 controla de manera que la concentración de hierro en los efluentes recogidos en el dispositivo de oxidación 300 se mantenga entre 1 y 10 $\mu\text{moles/l}$.

[0027] Gracias a la oxidación de los efluentes del lavador, realizada por el dispositivo de oxidación 300 alimentado por el flujo de aire 3 y desmultiplicada por el flujo de sal de hierro 6, el flujo 4 que sale del dispositivo 300
40 es a la vez menos nocivo para el medio ambiente y menos agresivo para los equipos, debido a que contiene sulfatos oxidados en lugar de sulfitos no oxidados.

[0028] Además, según otra característica de la invención, la acidez del flujo 4 que sale del dispositivo de oxidación se trata con vistas a poder expulsarla al mar. Para ello, se realiza una posdilución de este flujo 4 con un
45 flujo de agua de mar 2", de manera que la alcalinidad aportada por esta última permite elevar el pH, en particular para respetar las restricciones de pH en la estela del barco. De acuerdo con la invención, para minimizar la energía total requerida, esta posdilución se realiza en un dispositivo ad hoc 500, que es por ejemplo un recipiente de dilución o un mezclador estático y que recibe el flujo de agua de mar 2", distinto del flujo de agua de mar 2' y arrastrado por una bomba limpia 600. A la salida del dispositivo de posdilución 500 se forma un flujo de residuos final 5, evacuado
50 fuera del barco, que es vertido al mar.

[0029] Se usa un pH-metro 700 para apreciar el efecto en el pH por el dispositivo de posdilución 500, de manera que la medida que suministra permanentemente se usa para controlar, en su caso por medios ad hoc, el caudal del flujo de agua de mar 2". En la práctica, el pH-metro 700 se coloca a la salida del dispositivo de posdilución 500, entendiéndose que esta colocación «a la salida» corresponde también a la disposición del pH-metro
55 700 a la altura de una conducción que canaliza el flujo de residuos 5 fuera del dispositivo de posdilución 500, que en el uso de este pH-metro en una zona del dispositivo de posdilución, en el que la mezcla de los flujos 2" y 4 está sustancialmente homogeneizada.

[0030] Es preciso comprender bien que, si no se usa ningún agente de neutralización alcalino distinto del agua de mar, el caudal del flujo total de agua de mar 2, correspondiente a la acumulación de los flujos de agua de mar 2' y 2", se da para respetar las restricciones en materia de pH en el flujo de residuos final 5. Según una característica importante de la invención, el dispositivo de posdilución 500 se sitúa al menos diez metros por debajo del lavador 100. Más en concreto, debe considerarse una separación de al menos 10 metros entre estos dos equipos entre el fondo del dispositivo de posdilución 500 y el fondo del lavador 100. Al colocar el dispositivo de posdilución 500 muy por debajo del lavador 100, se obtiene un ahorro importante de la energía necesaria para el funcionamiento de las bombas 200 y 600.

10 **[0031]** Además, en el rendimiento de purificación, definido por la ecuación $(1-cs/ci)$ en la que cs y ci son las concentraciones de dióxido de azufre, respectivamente, en el flujo de gases purificados 7 y los gases de escape 1, influye directamente la proporción líquido/gas de los caudales máxicos del flujo de agua de mar 2' y del flujo de aire 3, influyendo también en este rendimiento otros factores como el pH y la temperatura. Según una de las características de la invención, un analizador 800 de dióxido de azufre, situado a la salida del lavador 100, mide
15 permanentemente la concentración de dióxido de azufre en los gases purificados 7, usándose esta medida para controlar, en su caso por medios ad hoc, el caudal del flujo de agua de mar 2'. Así, se comprende que permanentemente, la parte del flujo de agua de mar 2', en el flujo total de agua de mar 2 se reduce al mínimo, mientras que el resto del flujo total 2, es decir, el flujo de agua de mar 2", se envía mediante la bomba 600 al dispositivo de posdilución 500, aunque con elevación más baja que el lavador 100, y así con menos energía.

20 **[0032]** Además, debe observarse que cuando el flujo de sal de hierro 6 se envía al lavador 100, la introducción del hierro «tira» del dióxido de azufre hacia el líquido, ya que el dióxido de azufre tiene solo una solubilidad limitada en el agua, a diferencia del ácido sulfúrico, producto de la oxidación, que en la práctica es soluble ínfimamente. Se comprende que la presencia de la sal de hierro llevada por el flujo 6 permite así disminuir
25 aún más el caudal de agua de mar 2'.

[0033] La invención asegura así las ventajas siguientes:

- el control de los caudales de los flujos de mar 2 y 2" en función de las necesidades reales, que son conocidas por
30 las medidas suministradas por el analizador 800 y el pH-metro 700, control acoplado a la localización del dispositivo de posdilución 500 a una elevación mucho menor que el lavador 100, conserva en un mínimo estricto la energía total gastada para bombear los flujos de mar 2' y 2";
- gracias al uso de hierro, que acelera la oxidación y reduce el carácter reductor de los efluentes del lavador 100 y así de los residuos finales 5, se reduce el carácter ecotóxico para el medio ambiente y corrosivo para los equipos; y
35 - el uso de hierro mejora igualmente la transferencia de gas-líquido del dióxido de azufre en los efluentes del lavador 100, por catálisis de oxidación, y reduce aún más el caudal necesario para el flujo de agua de mar 2'.

[0034] De forma opcional, la instalación de desulfuración se completa ventajosamente por un medio de introducción de un agente alcalino en la alimentación del lavador 100, como se indica por el flujo 8 en línea
40 discontinua en la figura 1. Este agente alcalino es por ejemplo hidróxido de magnesio $Mg(OH)_2$ o sosa $NaOH$. Cuando el barco está en alta mar o, más generalmente, cuando no hay ninguna limitación que afecte a los valores del caudal de los flujos de agua de mar 2' y 2", controlados a partir de las medidas por el analizador 800 y por el pH-metro 700, la alcalinidad aportada por el flujo de agente alcalino 8 es marginal con respecto a la aportada por el flujo de agua de mar 2': dicho de otro modo, en estos casos, la invención corresponde a una desulfuración
45 esencialmente, cuando no exclusivamente con agua de mar. Por tanto, en determinadas situaciones, por ejemplo cuando el barco está en un puerto o, más en general, cuando el caudal acumulado de los flujos de agua de mar 2' y 2" está limitado por debajo del valor de caudal controlado a partir de las medidas del analizador 800 y del pH neutro 700, la alcalinidad aportada por el flujo de agente alcalino 8 se vuelve preponderante con respecto a la alcalinidad aportada por el flujo de agua de mar 2', pudiendo ser esta última marginal: en estos casos, el caudal del flujo de
50 agente alcalino 8 es controlado, en su caso, por medios ad hoc, a partir de las medidas suministradas, a la vez, por el analizador 800 y por el pH-metro 700.

[0035] En la práctica, se comprende que el lugar exacto del punto de inyección del flujo de agente alcalino 8 carece de importancia en el momento en que el agente alcalino se encuentra, de una manera u otra, en el líquido de lavado usado en el lavador 100: así, el flujo de agente alcalino 8 puede introducirse directamente en el lavador 100 o
55 en los circuitos de alimentación de este último.

[0036] Debe observarse que los diversos medios de control evocados hasta ahora no están representados en la figura 1 y comprenden por ejemplo un regulador, un instrumento de cálculo, un sistema automatizado y/o una

unidad de control informático, etc.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de purificación de gases de escape de un motor de un barco marino, en el que:
 - 5 - los gases de escape (1) se envían a un lavador de desulfuración (100), en el que se admite un primer flujo de agua de mar (2'),
 - la concentración de dióxido de azufre se mide permanentemente en los gases (7) purificados por el lavador (100), donde el caudal del primer flujo de agua de mar (2') se controla a partir de esta medida de la concentración de dióxido de azufre,
 - 10 - los efluentes del lavador (100) se recogen en un dispositivo de oxidación (300), en el que se admite un flujo de aire (3) y al que se envía, directamente o a través del lavador (100), un flujo de sal de hierro (6),
 - el potencial redox se mide permanentemente a la salida del dispositivo de oxidación (300), donde el caudal del flujo de aire (3) y/o el caudal del flujo de sal de hierro (6) se controlan a partir de esta medida del potencial redox,
 - el flujo (4) que sale del dispositivo de oxidación (300) se envía a un dispositivo de posdilución (500) que se sitúa al
 - 15 menos diez metros por debajo del lavador (100) y en el que se admite un segundo flujo de agua de mar (2''), y
 - el pH se mide permanentemente a la salida del dispositivo de posdilución (500), donde el caudal del segundo flujo de agua de mar (2'') se controla a partir de esta medida del pH.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la concentración en hierro en los efluentes del lavador (100) se mantiene entre 1 y 10 μ moles/l.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el flujo de sal de hierro (6) se mezcla con el primer flujo de agua de mar (2').

- 25 4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la sal de hierro es cloruro férrico.

5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que se admite un flujo de agente alcalino (8) en el lavador (100).
- 30 6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que, cuando el caudal acumulado de los flujos de agua de mar primero y segundo (2', 2'') está limitado por debajo del valor controlado a partir de la medida de la concentración de dióxido de azufre y de la medida del pH, el caudal del flujo de agente alcalino (8) se controla a partir de la medida de la concentración de dióxido de azufre y a partir de la medida del pH.
- 35 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 o 6, en el que el agente alcalino es hidróxido de magnesio $Mg(OH)_2$.

8. Instalación de purificación de gases de escape de un motor de un barco marino, que comprende:
 - 40 - un lavador de desulfuración (100) que está adaptado para recibir los gases de escape (1) y que está adaptado para ser alimentado con un primer flujo de agua de mar (2'),
 - unos primeros medios de medida (800) adaptados para medir permanentemente la concentración de dióxido de azufre en los gases (7) purificados por el lavador (100),
 - 45 - unos primeros medios de control adaptados para controlar el caudal del primer flujo de agua de mar (2') a partir de la medida suministrada por los primeros medios de medida,
 - un dispositivo de oxidación (300) que está adaptado para recoger los efluentes del lavador (100), que está adaptado para ser alimentado con un flujo de aire (3) y que está adaptado para recibir, directamente o a través del lavador (100), un flujo de sal de hierro (6),
 - 50 - segundos medios de medida (400) adaptados para medir permanentemente el potencial redox a la salida del dispositivo de oxidación (300),
 - segundos medios de control adaptados para controlar el caudal del flujo de aire (3) y/o el caudal del flujo de sal de hierro (6) a partir de la medida suministrada por los segundos medios de medida,
 - un dispositivo de posdilución (500) que está adaptado para recibir el flujo (4) que sale del dispositivo de oxidación
 - 55 (300), que se sitúa al menos diez metros por debajo del lavador (100) y que está adaptado para ser alimentado con un segundo flujo de agua de mar (2''),
 - unos terceros medios de medida (700) adaptados para medir permanentemente el pH a la salida del dispositivo de posdilución (500), y
 - unos terceros medios de control adaptados para controlar el caudal del segundo flujo de agua de mar (2'') a partir

de la medida suministrada por los terceros medios de medida.

9. Instalación según la reivindicación 8, en la que el dispositivo de oxidación (3) está integrado en el fondo del lavador de desulfuración (100).

5

10. Instalación según una de las reivindicaciones 8 o 9, que comprende además un medio (8) de admisión de un agente alcalino en el lavador de desulfuración (100).

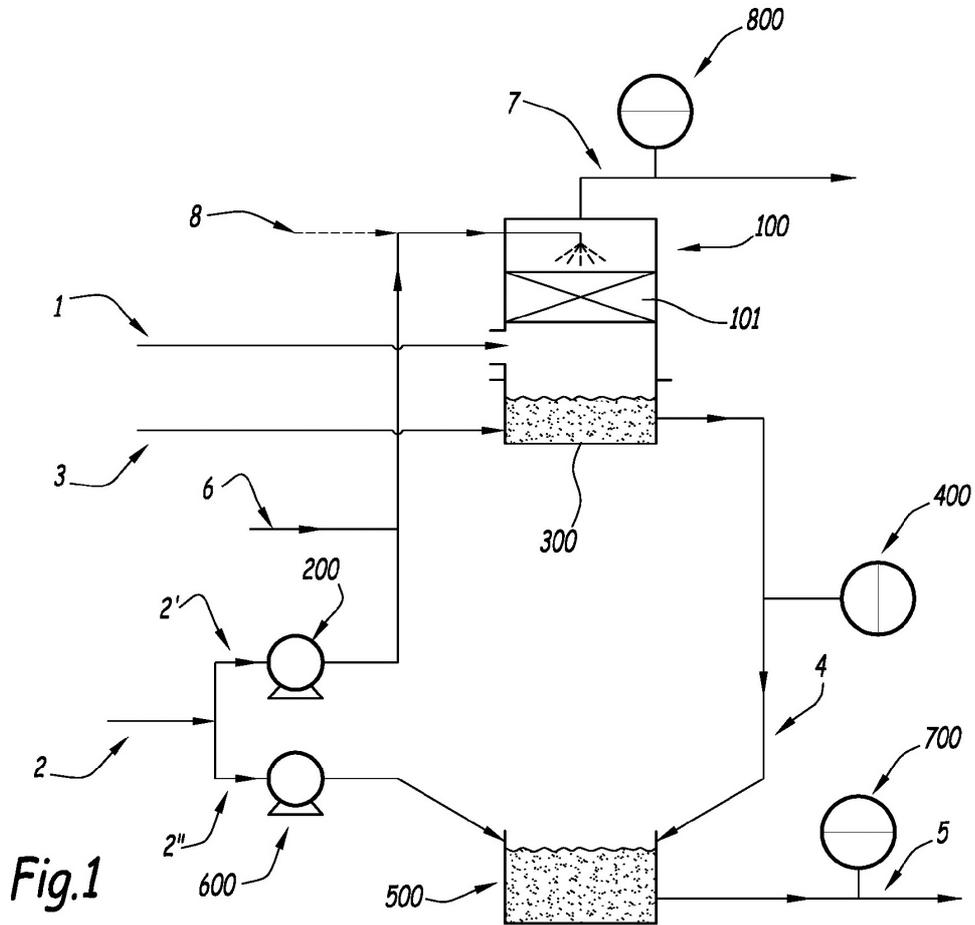


Fig.1

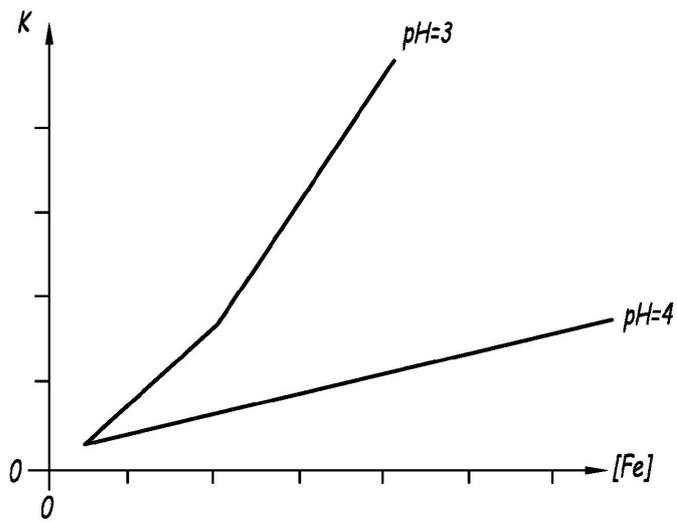


Fig.2