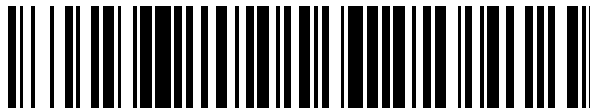


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 545**

51 Int. Cl.:

F01N 3/023 (2006.01)

F01N 3/032 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.05.2013 PCT/IB2013/054499**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.12.2013 WO13179266**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2013 E 13741838 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017 EP 2855865**

54 Título: **Aparato de filtrado de partículas para motores diésel marinos y método de funcionamiento y regeneración de dicho aparato**

30 Prioridad:

01.06.2012 IT MI20120952

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

19.07.2017

73 Titular/es:

**ECOSPRAY TECHNOLOGIES S.R.L. (100.0%)
Via Ricotti, 5
27058 Voghera, IT**

72 Inventor/es:

ARCHETTI, MAURIZIO

74 Agente/Representante:

RUO , Alessandro

ES 2 625 545 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

Aparato de filtrado de partículas para motores diésel marinos y método de funcionamiento y regeneración de dicho aparato.

5

CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere a un aparato de filtrado de partículas para motores diésel marinos y un método de funcionamiento y regeneración de dicho aparato.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] Como se sabe, los motores diésel marinos de gran tamaño utilizan un aceite pesado, denominado fuelóleo pesado (HFO), como combustible. Este aceite está constituido por una mezcla de parafinas e hidrocarburos alifáticos y con un alto contenido de azufre (1 % - 3,5 %).

15

[0003] El uso de este combustible se impone sustancialmente a buques grandes por razones económicas, ya que es un combustible sin refinar y es de menor calidad con respecto al combustible usado en motores diésel para uso en automóviles, se puede adquirir a un coste notablemente inferior. Sin embargo, esto también implica problemas significativos en cuanto a contaminación ambiental debido al contenido de contaminantes (azufre, cenizas, metales pesados, etc.). De acuerdo con lo que se conoce, la combustión de aceite pesado genera una elevada carga de partículas (partículas líquidas, semilíquidas y micropartículas sólidas) en los gases de escape. Las partículas pueden estar constituidas por hidrocarburos no quemados que forman el denominado hollín, y/o por impurezas, incluso impurezas inorgánicas, presentes inicialmente en el combustible, que forman las cenizas, residuos de combustión.

20

[0004] Con el fin de evitar que estas partículas se liberen a la atmósfera, se emplean filtros de partículas en el sector del automóvil, que son capaces de retener las partículas sólidas atrapándolas en el filtro. Los aglomerados tienden a obstruir el filtro, que generalmente tiene una construcción del tipo panal y, por lo tanto, es necesario cíclicamente proporcionar la regeneración del propio filtro, generalmente procediendo con la combustión adicional de los aglomerados.

25

[0005] Por otro lado, en el sector marítimo, concretamente para los motores diésel de gran tamaño con los que están equipados los buques, no existe actualmente ninguna filtración in seco de las partículas, dado que el alto contenido de impurezas en las naftas utilizadas hace que el uso de filtros de partículas del tipo que se utilizan actualmente en el sector del automóvil sea sustancialmente imposible, ya que se obstruirán inmediatamente debido a la alta presencia de partículas no combustibles en los gases de escape. Además, estos filtros de partículas, que usan generalmente catalizadores oxidantes para mejorar la oxidación de la fracción orgánica y, por lo tanto, la combustión de hollín, en el caso de que se usen en motores marinos que queman combustible diésel que contiene azufre, dará como resultado la oxidación de SO_2 en SO_3 , aumentando adicionalmente las partículas a una extensión excesiva. SO_3 es un compuesto que se condensa en presencia de vapor de agua y a temperaturas por debajo de $200\text{ }^\circ\text{C}$, formando un aerosol de ácido sulfúrico. Una vez emitido en el embudo, este aerosol produce una pluma de color parduzco-azul muy visible que de hecho aumenta la emisión total de partículas (líquida y semilíquida) con respecto al caso de la ausencia del filtro de partículas. Las dimensiones micro y submicrométricas de este aerosol evitan su eliminación por medio de un posible depurador de agua de mar presente en el sistema de escape. Por lo tanto, actualmente no se utiliza ningún sistema de filtración in seco de los gases de escape de los motores diésel marinos, mientras que se utiliza un sistema de filtración "húmedo" para eliminar las partículas y el SO_2 concretamente mediante el uso de "depuradores" de contracorriente que utilizan agua de mar directamente, de acuerdo con las enseñanzas de la técnica anterior, para eliminar el material particulado y absorber los contaminantes ácidos.

30

[0006] Sin embargo, la eficacia del "depurador" sobre la materia particulada es algo limitada y se limita también a transferir las partículas de la fase gaseosa a la fase líquida que contamina el agua de mar usada en el mismo. El agua de mar que sale del "depurador", que está dispersa en el mar, contiene, aceites, hidrocarburos aromáticos policíclicos - también conocidos por el acrónimo PAH - que tienen efectos adversos conocidos sobre el medio ambiente (toxicidad evidente para ciertos organismos acuáticos y aves, alta toxicidad crónica para la vida acuática, contaminación de cultivos agrícolas), y sobre la salud humana, metales pesados, tales como vanadio, cromo, cadmio, níquel y muchos más, así como cenizas.

35

40

45

50

RESUMEN DE LA INVENCION

- 5 **[0007]** Por lo tanto, la presente invención tiene por objeto resolver estos problemas proporcionando un aparato de filtrado de partículas que se puede utilizar, en particular, con motores diésel marinos que, como se ha dicho, utilizan combustible de baja calidad, permitiendo una filtración en seco de los gases de escape que sea más eficiente que la filtración en húmedo actualmente utilizada en el sector, y que no enfría los gases para hacer posible una recuperación de calor sin el problema de ensuciar las calderas utilizadas. Por lo tanto, el gas tratado se puede purificar con depuradores de agua de mar para eliminar el SO_x sin contaminar el agua utilizada con los compuestos peligrosos mencionados anteriormente.
- 10 **[0008]** Dentro de este objetivo, el objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de filtrado de partículas para la filtración en seco de los gases de escape de motores diésel marinos que sea capaz de eliminar, o al menos reducir, las partículas en los gases de escape sin generar altas pérdidas de carga para no afectar adversamente al rendimiento del motor.
- 15 **[0009]** Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un aparato de filtración de partículas extremadamente fiable para el filtrado en seco de los gases de escape de motores diésel marinos, de manera que el motor no tenga que ser detenido para intervenciones de mantenimiento.
- 20 **[0010]** No menos importante, el objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de filtrado de partículas para el filtrado en seco de los gases de escape de motores diésel marinos de pequeñas dimensiones, para permitir una fácil instalación a bordo de la unidad naval.
- [0011]** Un objeto adicional de la presente invención es eliminar el hollín de los gases de escape de manera que el rendimiento de la caldera de recuperación de energía situada en el sistema de escape del motor permanezca alto en el tiempo, reduciendo de este modo el ensuciamiento en las superficies de intercambio.
- 25 **[0012]** Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un método para el funcionamiento y regeneración de un aparato de filtrado de partículas para la filtración en seco de los gases de escape de motores diésel marinos que permita superar los inconvenientes de los sistemas de filtrado en húmedo conocidos en la técnica anterior.
- 30 **[0013]** Este objetivo y estos y otros objetos que quedarán más claros a continuación se consiguen mediante un aparato de filtrado de partículas para el filtrado en seco de los gases de escape de motores diésel, particularmente para aplicaciones en motores diésel marinos, de acuerdo con la reivindicación 1 adjunta. En particular, el aparato de filtrado de acuerdo con la presente invención se caracteriza por que comprende al menos dos compartimentos independientes dispuestos en paralelo al flujo de los gases de escape, comprendiendo cada uno de dichos compartimentos independientes uno o más medios de filtrado adaptados para retener las partículas, elementos cerámicos con flujo continuo, medios de expulsión adaptados para generar un flujo a contracorriente de aire comprimido con respecto al flujo de trabajo de los elementos cerámicos, que se proporciona en cada uno de dichos elementos cerámicos o en grupos de dichos elementos, comprendiendo además cada uno de dichos compartimentos al menos una válvula de cierre adaptada para controlar el flujo de gas a través del compartimento correspondiente.
- 40 **[0014]** Además, estos objetivos y objetos se consiguen mediante un método para el funcionamiento y la regeneración de dicho aparato de filtrado.
- 45 **[0014]** Además, estos objetivos y objetos se consiguen mediante un método para el funcionamiento y la regeneración de dicho aparato de filtrado.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

- 50 **[0015]** Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la siguiente descripción detallada, proporcionada a modo de ejemplo no limitante e ilustrada en los dibujos adjuntos, en los que:
- 55 La figura 1 muestra una vista esquemática de los dos compartimentos adyacentes del aparato de filtrado de partículas de acuerdo con la presente invención.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

- [0016]** El aparato de filtrado de partículas 1 de acuerdo con la presente invención comprende una pluralidad de

compartimentos **10, 20** dispuestos en paralelo con respecto al flujo de los gases de escape. El flujo de los gases de escape que entran en el compartimento **10** se muestra esquemáticamente mediante la flecha **ENTRADA** de la figura 1, que indica el flujo que entra en el compartimento **10** desde el conducto de entrada **35**.

5 **[0017]** Cada uno de dichos compartimientos **10, 20** está equipado con una válvula de cierre, indicada respectivamente por los números de referencia **11** y **21** en el ejemplo de la figura 1, adaptada para ajustar y, si es necesario, detener, el flujo de gas a través del compartimento relevante. Las líneas de flujo en la figura 1 representan la trayectoria del gas que pasa a través de un compartimento, en particular el compartimento **10** cuyo funcionamiento del filtro se describirá a continuación. El uno o más de los otros compartimentos tendrán una
10 estructura análoga, y lo que se muestra en el presente documento con referencia al compartimento **10** también puede tomarse como válido para los otros compartimentos, para el compartimento **20** mostrado en la figura 1, así como para los otros compartimentos que no se muestran en los dibujos. Volviendo así a la descripción del compartimento **10** ilustrado en la figura 1, en su trayectoria que va desde el conducto de entrada **35** de los gases de escape a la válvula de cierre **11**, situada en el conducto de salida de los gases de escape del compartimento, el gas
15 es forzado a pasar a través de los medios de filtración **13**.

[0018] Los medios de filtrado comprenden una pluralidad de elementos cerámicos monolíticos **13** con flujo continuo dispuestos en paralelo y en un número adecuado para tratar con el flujo global de los gases de escape que afectan al compartimento. Cada uno de dichos elementos cerámicos está constituido en la práctica por un elemento
20 cerámico monolítico dividido en canales paralelos con secciones bastante contiguas, en la región de unos pocos milímetros, para el paso de los gases, que se ven obligados a pasar de un canal a otro con una componente de flujo tangencial, minimizando así la obstrucción del filtro sin embargo, en cualquier caso, permitiendo que las partículas sean retenidas. Ya están en uso filtros cerámicos monolíticos similares en filtros de partículas para el sector del automóvil y, por lo tanto, no se describirán adicionalmente en el presente documento como de un tipo conocido en la
25 técnica anterior. Sin embargo, se destaca que los utilizados para producir el filtro de acuerdo con la presente invención están diseñados específicamente para su uso con los combustibles que contienen azufre usados por los motores diésel marinos, y que se utilizan numerosos elementos monolíticos en cada compartimento **10, 20** del filtro de acuerdo con la presente invención, dispuestos en paralelo.

30 **[0019]** De acuerdo con lo que se muestra en la figura 1 adjunta, los medios de filtración están asociados con inyectores de aire comprimido **15** y eyectores **14**, adecuados para generar un intenso flujo de impulsos de gas a contracorriente con respecto al flujo de trabajo del elemento cerámico, es decir, con respecto al flujo de los gases de escape que pasan a través de los elementos cerámicos durante el funcionamiento del filtro.

35 **[0020]** Incluso más en particular, preferiblemente una boquilla **15** y un eyector **14** están situados en un grupo de elementos cerámicos **13**, y más preferiblemente aún, como se muestra en la figura 1, se colocan en cada elemento cerámico **13** para fluir óptimamente en éste con el flujo de aire comprimido a contracorriente. El flujo a contracorriente, generado por estos chorros de aire comprimido con una presión igual o superior a 3 bares, es capaz de eliminar las partículas de los elementos cerámicos, durante la regeneración del filtro, que se ilustrará mejor a
40 continuación.

[0021] De acuerdo con lo que se muestra en la figura 1, cada compartimento de acuerdo con la presente invención tiene un desarrollo vertical. Los gases de escape entran en el conducto de entrada **35**, pasan a través de los elementos cerámicos **13** que constituyen los medios de filtrado de partículas, y continúan hacia la parte superior
45 del compartimento **10**. Según la orientación mostrada en la figura 1 adjunta, la válvula de cierre **11** está dispuesta en la zona superior del compartimento **10**. La válvula de cierre **11** es accionada por un accionador neumático o eléctrico y está controlada por una unidad de control central que está equipada con la unidad de filtrado **1** y que, como se describirá mejor a continuación, controla su funcionamiento.

50 **[0022]** En la parte inferior del aparato de filtrado de acuerdo con la presente invención, cada compartimento está en comunicación con una tolva de acumulación **100** que recoge las partículas que son eliminadas por los elementos de filtrado cerámicos **13** por efecto de los chorros de aire comprimido emitidos por los inyectores **15** y se amplifican por las boquillas **14**.

55 **[0023]** Cada compartimento **10, 20** del filtro de partículas **1** de acuerdo con la presente invención preferiblemente comprende además medios inyectores **12, 22** adaptados para emitir gases calientes dentro del compartimento.

[0024] Dichos gases calientes consisten preferiblemente en aire, que se precalienta mediante un quemador o un calentador eléctrico a una temperatura de aproximadamente 400-700 °C. Dichos gases calientes se indicarán en el

resto de la presente descripción como gas "calentado", para distinguirlos de los gases de escape a tratar.

5 **[0025]** Haciendo referencia a la figura 1 y al compartimento **10**, los medios inyectores **12** están preferiblemente, pero no necesariamente, dispuestos en la parte superior del compartimento, pero en cualquier caso en proximidad de la sección de entrada del gas a filtrar. El propósito de los medios inyectores que proporcionan la posibilidad de inyectar gas "calentado" a alta temperatura en los compartimentos del filtro de acuerdo con la presente invención se hará más claro a partir de la siguiente descripción del funcionamiento del filtro y de la regeneración de sus componentes filtrantes.

10 **[0026]** Por lo tanto, el funcionamiento del filtro de partículas de acuerdo con la presente invención es como se indica a continuación.

15 **[0027]** Como se ha mencionado, el filtro de acuerdo con la presente invención comprende al menos dos, preferiblemente cuatro, incluso más preferiblemente ocho, compartimentos independientes (se ilustran dos compartimentos en la figura 1, indicados por los números de referencia **10** y **20**) dispuestos en paralelo con respecto al flujo del gas a tratar. Cada uno de los cuales comprende medios de filtrado **13**, del tipo que comprenden monolitos de cerámica con flujo continuo dispuesto en paralelo, y medios de emisión de flujo de pulso de aire comprimido, que comprenden los inyectores **15**, **25** y los eyectores **14**, **24** para amplificar dicho flujo, dotando dichos medios emisión a dichos medios de filtrado **13** de un flujo de gas a contracorriente con respecto a la dirección del flujo de los gases de escape.

[0028] Para asegurar el funcionamiento continuo y eficiente del filtro de partículas de acuerdo con la presente invención, los medios de filtro deben regenerarse.

25 **[0029]** De hecho, se sabe que el mayor problema que afecta a los filtros de partículas utilizados en el sector del automóvil consiste en el hecho de que después de un cierto número de horas de funcionamiento, los elementos de filtrado del filtro tienden a aumentar la contrapresión sobre el escape del motor ya que obstruyen las partículas no combustibles que retienen, aumentando así el consumo del motor y haciendo imposible su funcionamiento en un corto período de tiempo hasta que se detiene por completo. El funcionamiento del filtro se basa en el hecho de que las partículas presentes en los gases de escape permanecen atrapadas en los elementos de filtrado, siendo así eliminadas por los gases de escape, pero al mismo tiempo obstruyendo el propio filtro. Por lo tanto, el problema es inevitable y se supera por medio de la denominada regeneración.

35 **[0030]** Los métodos de regeneración utilizados en los filtros en uso en el sector del automóvil, donde la temperatura de los gases de escape se aumenta simplemente por medio del exceso de combustible o quemadores auxiliares para disparar y, por lo tanto, quemar las partículas atrapadas en el propio filtro, no son eficaces en el sector marino, ya que la alta presencia de cenizas no combustibles conducirá a la obstrucción rápida e irreversible de los mismos. Las altas concentraciones de azufre en el combustible aumentan de este modo en gran medida las partículas no combustibles debido a la generación de sulfatos que se depositan en las partículas de hollín. Las altas concentraciones de sulfatos y cenizas y la temperatura de ignición de las partículas orgánicas dificultan la regeneración térmica. El aparato de filtrado de acuerdo con la presente invención comprende así más de un compartimento **10**, **20** dispuesto en paralelo de manera que la unidad de control pueda proceder cíclicamente a la regeneración de los medios de filtrado **13**, **23** de un compartimento mientras el flujo de los gases de escape es desviado y se filtra por los otros compartimentos, sin interrumpir el funcionamiento del filtro.

45 **[0031]** De acuerdo con la realización preferida descrita en el presente documento, cuando la unidad de control detecta un aumento de las pérdidas de carga del filtro por encima de un valor umbral predeterminado, la válvula de cierre en el conducto de salida de gas de un compartimento se cierra, aislando de este modo el compartimento del proceso de filtrado, ya que el flujo de los gases de escape ya no atraviesa los elementos de filtrado **13**, sino que se dividirá entre los otros compartimentos, que se disponen en paralelo.

50 **[0032]** Si el aparato de filtrado de acuerdo con la presente invención debe incluir sólo dos compartimentos, por ejemplo, los compartimentos **10** y **20**, cerrando la válvula de cierre **11** del compartimento **10**, todo el flujo de los gases de escape del motor cruzarán solamente el compartimento **20**, que continuará filtrando los gases de escape, funcionando, sin embargo con una pérdida de carga extremadamente alta.

[0033] Con el fin de mantener las pérdidas de carga en valores aceptables, aumentando así el rendimiento del sistema de filtración, el filtro de acuerdo con la presente invención preferiblemente comprende más de dos compartimentos. En particular, se prefiere la realización de un filtro que comprende ocho compartimentos. En este

caso, cuando la válvula de cierre de un compartimento se cierra para la regeneración de sus medios de filtrado, si **Q** es el flujo global de los gases de escape, se distribuye entre los otros siete compartimentos que filtran el valor igual a 1/8 de **Q** relacionado con el compartimento excluido de la filtración. Este caudal de 1/8 de **Q** se divide entre los otros siete compartimentos y el modesto aumento del caudal permite, por lo tanto, un aumento limitado de las pérdidas de carga en los siete compartimientos afectados por la filtración. Resulta evidente que el filtro de acuerdo con la presente invención puede operar en cualquier caso con cualquier número de compartimentos, siendo dos el número mínimo.

[0034] El compartimento excluido de la filtración puede regenerarse en este punto. Se ilustrará en el presente documento cómo tiene lugar la regeneración del compartimento **10** ilustrado en la figura 1. La regeneración, por supuesto, ocurre de la misma manera para todos los compartimientos, que tienen la misma estructura.

[0035] Una vez que se ha cerrado la válvula de cierre **11**, el compartimento **10** está excluido de la filtración, en el sentido de que el flujo de los gases de escape ya no pasa a través de la cámara impelente del compartimento **10** y, por lo tanto, ya no pasa a través de los elementos de filtrado monolíticos **13**.

[0036] En este punto, las boquillas de aire comprimido **15** y los eyectores **14** generan un flujo de aire comprimido, preferiblemente un flujo de impulso, que fluye hacia los elementos de filtrado **13** a contracorriente liberando los canales del elemento cerámico del material particulado que se ha acumulado en el mismo. El material particulado liberado de este modo cae por gravedad y se acumula en la tolva de acumulación hermética al gas **100**, que se vaciará periódicamente para la eliminación, de manera apropiada, de las partículas recogidas.

[0037] Si el compartimento permanece bajo filtración durante las operaciones de regeneración descritas en el presente documento, el flujo de los gases de escape arrastrará de nuevo el material particulado eliminado por un elemento filtrante **13** sobre los otros elementos, haciendo que la decantación de la materia particulada en la cámara impelente de entrada del compartimento **10** y la posterior recogida en la tolva, sea de hecho imposible.

[0038] Por supuesto, la acción descrita previamente puede repetirse varias veces para asegurar una eliminación más eficaz de los polvos de los elementos de filtrado **13**.

[0039] Esta acción sustancialmente mecánica ha mostrado que es posible obtener una limpieza excelente de los elementos de filtrado **13**, en particular como se ha mencionado, cuando estos están en forma de elementos monolíticos con flujo continuo, de las cenizas que constituyen el material particulado.

[0040] Sin embargo, existe otro tipo de partículas que se acumula en los elementos de filtrado **13**: el denominado hollín.

[0041] El término hollín indica que parte del material particulado constituido por hidrocarburos o complejos de hidrocarburos no quemados, que concretamente, por razones relacionadas con la calidad del combustible o con la eficiencia del motor, no se queman en el ciclo operativo del propio motor.

[0042] Con el fin de eliminar también completamente esta parte de las partículas, la regeneración del filtro de acuerdo con la presente invención proporciona también un gas "calentado" a alta temperatura, significando alta temperatura una temperatura cercana a 400 °C o superior, que se introducirá, por medio de los medios inyectoros **12**, en la cámara impelente del compartimento **10**.

[0043] En este punto, la válvula de cierre **11** se abre parcialmente, abriendo así el paso de los gases al conducto de salida de los gases de escape del compartimento, lo suficiente para permitir el flujo de gas "calentado" introducido en el compartimento por los medios de inyección **12** a través de los medios de filtrado **13** en la misma dirección con la que los gases de escape pasan a través de los medios de filtrado cuando el elemento de filtrado está en funcionamiento, permitiendo así que dichos gases "calentados" abandonen el compartimento.

[0044] Los gases "calentados" introducidos en el compartimento pueden estar constituidos por aire caliente puro o por gas de combustión a alta temperatura generado por un quemador auxiliar que contiene oxígeno y posiblemente compuestos oxidantes, tales como NO₂, peróxido de hidrógeno y similares, y por lo tanto, capaces de quemar, a una temperatura entre 350 y 700 °C, cualquier hollín no eliminado de la superficie de filtrado por la regeneración mecánica descrita anteriormente.

[0045] Gracias a la división en compartimentos del filtro y al cierre parcial del compartimento, el flujo de aire/gas

caliente es limitado, y es inferior al flujo de trabajo normal, permitiendo así un ahorro de energía elevado reduciendo el índice de calor usado para la regeneración de calor.

5 **[0046]** Además, de acuerdo con una realización preferida del filtro y del método de funcionamiento y regeneración de acuerdo con la presente invención, cuando la válvula de cierre **11** del compartimiento **10** está cerrada para proceder con la regeneración, el flujo de gases de escape del motor, que generalmente tiene una temperatura cercana a 300-350 °C, se reduce pero no se reduce a cero. El caudal de entrada al compartimiento se reduce en un 30-70 % con respecto al caudal normal, preferiblemente llevándolo a valores cercanos al 35 % del caudal de filtración normal. El caudal reducido de los gases de escape permite también, como opción, la nebulización de un
10 reactivo oxidante en una solución acuosa en el propio compartimiento, en particular contra dichos medios de filtrado **13** por medio de boquillas de fluido dual **16**, sin que se evapore totalmente antes de afectar a los elementos de filtrado **13**, permitiendo así que las gotitas de reactivo oxidante, con un diámetro medio inferior a 500 micrómetros, alcancen la superficie de filtración en estado líquido, de acuerdo con las enseñanzas de la solicitud de patente europea n.º 11176254.8 titulada "Apparatus and method for regenerating particulate filters for internal combustion
15 engines", a nombre del Solicitante.

[0047] El uso contemporáneo de la limpieza con aire comprimido y/o reactivo oxidante y gases aire/caliente según el método de acuerdo con la presente invención permite la optimización de la regeneración del filtro de partículas.

20 **[0048]** Por ejemplo, la regeneración de calor particular descrita anteriormente realizada después de la limpieza "mecánica" de las partículas de los elementos de filtrado por medio de aire comprimido, da lugar a una carga térmica reducida (debido a la menor cantidad de hollín quemado). También se reduce el peligro de cualquier regeneración incontrolada debido a un exceso de hollín que se quema al impactar con los gases calientes de la regeneración de calor.

25 **[0049]** Esto permite que los elementos de filtrado cerámicos se conserven contra fallos mecánicos debido a la carga de calor excesiva y aumentos de temperatura localizados.

30 **[0050]** El aparato de filtro así ideado y descrito y el método de funcionamiento y regeneración de dicho filtro logran así el objetivo y los objetos previstos.

35 **[0051]** Se ha observado en particular que el aparato y el método de funcionamiento y regeneración de dicho aparato permiten el funcionamiento de la filtración incluso en presencia de altas cantidades de azufre y cenizas en el combustible.

[0052] Además, el aparato de filtrado de acuerdo con la presente invención permite mantener bajos valores de pérdida de carga, garantizando así que el funcionamiento del motor no se vea afectado negativamente, y es también particularmente fiable.

40 **[0053]** Una ventaja adicional de la presente invención consiste en las pequeñas dimensiones del aparato de filtrado, lo que permite una fácil instalación a bordo. También es posible proporcionar una caldera de recuperación de calor, aguas abajo del propio aparato, que funciona con humo libre de partículas y, por lo tanto, funciona con la máxima eficiencia. También es posible proporcionar un "depurador que utilice agua de mar o agua recirculada con reactivo alcalino", aguas abajo del propio aparato, para la eliminación del SOx contenido en los gases de escape sin
45 la necesidad de tratamientos caros del agua de mar del efluente.

[0054] Un posible ventilador de extractor colocado en la línea de escape aguas abajo del filtro de partículas permite que la contrapresión al motor se mantenga por debajo de los límites máximos. Este ventilador permite al mismo tiempo reducir las dimensiones del propio filtro de partículas, ya que es posible trabajar con pérdidas de
50 carga (y, por lo tanto, altas velocidades de filtración) por encima del filtro, ya que se compensan por la prevalencia del ventilador. El aparato de filtrado de acuerdo con la presente invención está también protegido contra regeneraciones incontroladas que podrían conducir a un fallo mecánico de los elementos de filtrado y, al mismo tiempo, no aumenta excesivamente el consumo de combustible del motor.

55 **[0055]** Los expertos en la técnica pueden hacer una serie de modificaciones sin apartarse del alcance de la protección de la presente invención, determinada por el alcance de las reivindicaciones, que son parte integrante de este documento y, por lo tanto, se hacen referencia en su totalidad.

[0056] Por lo tanto, el alcance de la protección de las reivindicaciones no debe limitarse a las ilustraciones o a las

realizaciones preferidas proporcionadas a modo de ejemplo en la descripción; las reivindicaciones deben incluir en su lugar todas las características de novedad patentable que surjan de la presente invención, incluyendo todas las características que se consideren equivalentes por un experto en la técnica.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de filtración de partículas (1) para filtrar en seco los gases de escape de motores diésel, especialmente motores diésel marinos, que comprende al menos dos compartimientos (10, 20) dispuestos independientemente en paralelo con respecto al flujo de los gases de escape, estando cada uno de dichos compartimientos equipado con al menos una válvula de cierre (11, 21) para regular el flujo de gas que pasa a través del compartimento y que comprende además uno o más medios de filtrado (13, 23) adaptados para contener las partículas y medios de emisión (14, 15, 24, 25) para generar un flujo de impulso de gas a contracorriente en dichos medios de filtrado (13, 23), comprendiendo además dicho aparato una unidad de control central para el funcionamiento y control de dicha válvula y de dichos medios de emisión, **caracterizado por que** cada uno de dichos compartimientos (10, 20) comprende además medios de inyección (12, 22) para la entrada de gases calientes en el compartimento, estando dichos medios de inyector operados también por la unidad de control central.
2. Aparato de filtración (1) de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado por que** dichos medios de filtración comprenden uno o más elementos cerámicos monolíticos (13, 23) con flujo de pared.
3. Aparato de filtración (1) de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado por que** hay más de dos de dichos elementos cerámicos monolíticos, y por que están dispuestos paralelos entre sí con respecto al flujo de gas que pasa a través del compartimento.
4. Aparato de filtración (1) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dichos medios de emisión comprenden inyectores (14, 24) y eyectores (15, 25) que generan un flujo de impulsos de gas a contracorriente en dichos medios de filtrado (13, 23), lo que elimina la ceniza acumulada en los filtros.
5. Aparato de filtración (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dichos medios inyectores (12, 22) comprenden además medios (16, 26) para la nebulización de un reactivo oxidante en una solución acuosa.
6. Aparato de filtración (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dichos gases calientes están constituidos por aire precalentado a una temperatura de entre 400 y 700 °C.
7. Aparato de filtración (1) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** cada uno de dichos compartimentos está en comunicación, en su porción inferior, con una tolva (100) para recoger las partículas.
8. Método para regenerar el aparato de filtrado de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende las siguientes etapas:
- actuar, por medio de la unidad de control central, sobre la válvula de cierre (11, 21) del compartimento (10, 20) a regenerar, operando el cierre de dicha válvula y reduciendo, o incluso deteniendo, el flujo de los gases de escape a través de dicho compartimento;
 - operar dichos medios de emisión (14, 24, 15, 25) para emitir un flujo a contracorriente de gas presurizado o un impulso a contracorriente de gas presurizado en dichos medios de filtrado (13, 23);
 - recoger las partículas en la tolva (100),
- caracterizado por que** comprende además la siguiente etapa:
- operar dichos medios inyectores (12, 22), por medio de la unidad central de control, introduciendo gases calientes en la cámara impelente del compartimento a regenerar;
 - actuar sobre dicha válvula de cierre central (11, 21) del compartimento (10, 20) a regenerar, por medio de la unidad de control central, operando la apertura de dicha válvula, permitiendo de este modo que flujo de los gases calientes inyectados a través de las boquillas (12, 22) pase a través de dichos medios de filtrado (13, 23).
9. Método de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado por que** la etapa de operar los medios inyectores (12, 22) comprende además la etapa de operar dichos medios (16, 26) para la nebulización de un reactivo oxidante en una solución acuosa, que implica la nebulización de un reactivo oxidante en una solución acuosa en dicho compartimento a regenerar.

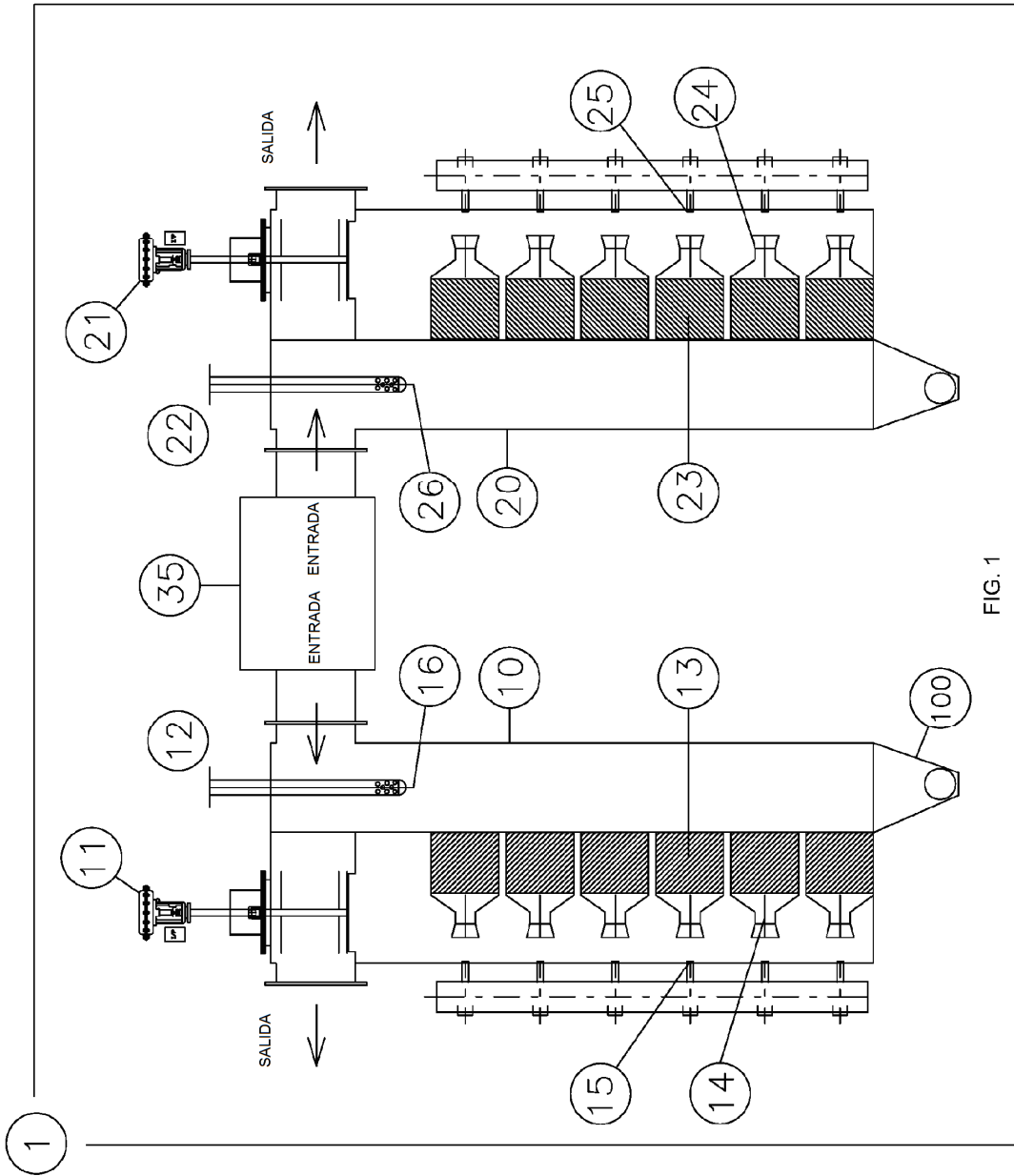


FIG. 1