(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 663 915**

(51) Int. Cl.:

B01D 53/50	(2006.01)
B01D 53/56	(2006.01)
B01D 53/78	(2006.01)
B01D 53/92	(2006.01)
F01N 3/04	(2006.01)
F01N 3/08	(2006.01)
F02M 26/35	(2006.01)
F02M 26/36	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2012** **E 12185840 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2018** **EP 2711067**

(54) Título: **Sistema de limpieza combinado y método de reducción de SO_x y NO_x en gases de escape procedentes de un motor de combustión**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.04.2018

(73) Titular/es:

ALFA LAVAL CORPORATE AB (100.0%)
PO Box 73
221 00 Lund, SE

(72) Inventor/es:

KÖNIGSSON, STAFFAN

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 663 915 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 de limpieza combinado y método de reducción de SO_x y NO_x en gases de escape procedentes de un motor de combustión

Campo técnico

La invención se refiere a un sistema de limpieza combinado para usarse en un proceso de depurador húmedo para la reducción de SO_x y NO_x en gases de escape procedentes de un motor de combustión. La invención también se refiere a un método para la reducción de SO_x y NO_x en gases de escape procedentes de un motor de combustión mediante el uso de un sistema de limpieza de depurador húmedo combinado. Además, la invención se refiere al uso del sistema de limpieza combinado a bordo de un barco con el fin de reducir SOx y NOx en gases de escape procedentes de un motor de combustión.

Antecedentes

Durante la combustión de combustibles fósiles, se libera azufre en el combustible en forma de óxidos de azufre (SO_x). Otros contaminantes son principalmente materia de partículas y óxidos de nitrógeno (NO_x). Es bien conocido que la contaminación del aire tiene un grave impacto en la salud de las personas y el medioambiente. También es bien conocido que el dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno son los principales precursores de la lluvia ácida.

Hasta el momento, la legislación y el establecimiento de normas medioambientales de control de emisiones para la navegación internacional se ha quedado atrás en comparación con las regulaciones de emisión terrestres. Las regulaciones actuales incluyen topes sobre el contenido de azufre del combustóleo como medida de control de emisiones de SO_x. Existen disposiciones especiales para la calidad del combustible para SO_x en áreas de control de emisiones y en el futuro no muy lejano se esperan reducciones sustanciales en los límites de azufre de combustible permitido. La legislación de MARPOL, anexo VI, que entró en vigor en mayo del 2005 y que sigue las especificaciones de diversas directivas de la Unión Europea, ha contrarrestado el impacto del diésel marino sobre el medioambiente. Para el año 2015, las legislaciones serán incluso más estrictas tomando como ejemplo los límites de azufre de combustible y tope de NOx.

Existen distintas posibilidades de reducción de las emisiones, bien tomadas solas o en combinación. Una posibilidad es usar nuevos combustibles como combustibles destilados o combustibles con bajo contenido de azufre. Otra posibilidad es desarrollar más métodos de control de emisión de SO_x tales como tecnología de depuradores en húmedo usando agentes alcalinos tales como soluciones de NaOH o tecnologías de depuradores en seco usando caliza granulada ($Ca(OH)_2$). El documento JP2002332919A desvela un motor de recirculación de gas de escape equipado con un aparato depurador de gas adecuado para su uso en un motor diésel y un sistema de recirculación para gas de escape. Es bien conocido en la industria naval hoy en día con el fin de reducir gases de SO_x y NO_x en el escape de un barco para aplicar la limpieza de gases de escape (EGC) para la reducción de SO_x y la recirculación de gases de escape (EGR) para la reducción de SO_x y NO_x. Ambos procesos de EGC y EGR pueden aplicar una tecnología de depurador húmedo usando un agente alcalino tal como una solución de NaOH para la retiración de SO_x. Sin embargo, puesto que el proceso de EGC se aplica sobre el lado de baja presión de la fuente de escape y el proceso de EGR se aplica sobre el lado de alta presión no es posible que compartan el mismo depurador húmedo.

Además, existen distintos requisitos respecto a la necesidad de la retiración de materia de partículas, tal como hollín, aceite o metales pesados. El proceso de EGR requiere una limpieza de flujo completa de todo el líquido antes de introducirlo dentro del depurador húmedo para, de este modo, minimizar la cantidad de materia de partículas que entran de otro modo en el motor, causando depósitos dentro del mismo. El proceso de EGC por otro lado no es particularmente sensible a materia de partículas en el proceso de depuración, pero pueden producirse precipitaciones de hollín sobre la cubierta si la cantidad de materia de partículas en el agua usada en el proceso de depuración se vuelve demasiado alta. Por tanto, se recomienda que cada proceso se proporcione con un separador, tal como un separador centrífugo.

Cuando se captura SO_x en ambos procesos, el contenido de sulfito y sulfato disuelto aumenta, causando que la densidad del agua de depuración aumente. Hay una cantidad máxima de sal disuelta permitida en el agua ya que se puede producir la precipitación sal sólida. Además, la densidad del agua se puede volver demasiado alta para los separadores centrífugos para que funcionen de forma óptima.

Por consiguiente, aunque ambos procesos de EGC y EGR usan una tecnología de depurador húmedo, tienen requisitos parcialmente distintos, por lo que no pueden combinarse fácilmente.

Sumario

Un objetivo de la invención es proporcionar un sistema que permita un proceso EGC que se pueda combinar con un proceso EGR para guardar espacio a bordo de un barco y también para permitir una cantidad requerida reducida de agua dulce.

Esto se logra mediante un sistema de limpieza combinado para usarse en un proceso de depurador húmedo para la reducción de SOx y NOx en gases de escape procedentes de un motor de combustión, comprendiendo el sistema un depurador de limpieza de gases de escape (EGC) y un depurador de recirculación de gases de escape (EGR), caracterizado en el sistema de limpieza combinado que comprende adicionalmente un tanque de circulación de agua del depurador dispuesto para hacer circular agua del depurador en un bucle de proceso de depurador de EGC entre el tanque de circulación de agua del depurador y el depurador de EGC y un bucle de proceso de depurador de EGR entre el tanque de circulación de agua del depurador y el depurador de EGR. El bucle de proceso de depurador de EGR comprende una disposición para el suministro de agente alcalino al flujo del agua del depurado y una unidad de separador para el fin de separar materia de partículas del agua del depurador en circulación.

Por tanto, el sistema de limpieza combinado combina los procesos de depurador de EGC y EGR con uno y el mismo tanque de circulación de agua del depurador. Esto permite un área de instalación sustancialmente reducida, que resulta de alta relevancia cuando se diseñan instalaciones completamente nuevas a bordo de un barco y es de suma importancia en retroadaptadores, es decir, cuando sistemas de limpieza de gases de escape existentes se modernizan a bordo de un barco en el que el espacio disponible es limitado.

Mediante el sistema de limpieza combinado el volumen de agua disponible que hace que sea posible ser usado en el proceso de EGR se ve en gran medida aumentado en comparación a sistemas de la técnica anterior en los que el proceso de EGC y el proceso de EGR se hacen funcionar con tanque de circulación de agua del depurador separados. Generalmente, el suministro de agua requerida en un proceso de EGR es sustancialmente inferior que en un proceso de EGC ya que la cantidad de gas de escape a tratar por el proceso de EGR normalmente es sustancialmente inferior que al que se va a tratar por el proceso de EGC. Como ejemplo típico, no vinculante, aproximadamente el 40 % del gas de escape es tratado por el proceso de EGR. Mediante el sistema inventivo, el proceso de EGR puede hacerse funcionar en su completa capacidad incluso aunque no se requiera en vista de la presenta carga del motor sin considerar el volumen de agua requerido. Por lo tanto, el efecto ventajoso se logra de modo que el nivel de materia de partículas en el agua circulada a través del tanque de circulación de agua del depurador y, por lo tanto el proceso de EGC, se reduciría. Eso permite minimizar la precipitación de hollín sobre la cubierta. Esto resulta ventajoso durante no al menos una parada de puerto en la que el motor está funcionando, aunque a una menor carga.

Además, otra ventaja del sistema de limpieza combinado es que los dos depuradores incluidos en el mismo pueden compartir el mismo equipo para el tratamiento por la borda, tal como equipo para separar materia de partículas y equipo usado para la descarga de agua del depurador residual y materia de partículas.

Tal como se ha especificado anteriormente, el bucle de proceso de depurador de EGR comprende una disposición para el suministro de agente alcalino para el flujo de agua de depurador. Esta disposición también puede posicionarse entre una salida del tanque de circulación de agua del depurador y una entrada del depurador de EGR. Mediante el control de la dosificación, la alcalinidad del agua del depurador suministrada al depurador de EGR puede optimizarse. Generalmente, un proceso de EGR funciona a un pH superior en comparación con un proceso de EGC. Debe entenderse que la disposición para el suministro del agente alcalino también puede usarse para el suministro de agente alcalino al bucle de proceso de depurador de EGC.

Tal como se ha especificado anteriormente, el bucle de proceso de depurador de EGR comprende una unidad de separador. Esta unidad de separador puede disponerse en una posición entre la salida del tanque de circulación de agua del depurador y la entrada del depurador de EGR. Generalmente, el nivel de materia de partículas en circulación dentro del depurador de EGR debe mantenerse a un mínimo puesto que existe el riesgo de que tal materia de partículas pueda introducirse junto con la parte del gas de escape limpio que va a reintroducirse dentro del sistema de combustión del motor, causando depósitos y daños dentro del mismo. Además, puesto que el agua depurada por la unidad de separador también se recircula dentro del tanque de circulación de agua del depurador y adicionalmente dentro del bucle de proceso de depurador de EGC, la unidad de separador dispuesta en el bucle de proceso de separador de EGR puede contribuir a una limpieza general del agua del depurador en circulación cuidando también la materia de partículas del bucle de proceso de depurador de EGC.

La unidad de separador puede ser un separador de alta velocidad, un separador de alta velocidad de descarga parcial o un separador de velocidad de alta velocidad de descarga total. Estos tipos de unidades de separador son bien conocidos por el experto en la materia para su uso en procesos de depurador de EGC y EGR para la separación de material de partículas para el cual no se proporciona explicación adicional.

El sistema de limpieza combinado puede comprender adicionalmente un tanque de reserva de agua no contaminada dispuesta en una posición entre la salida de la unidad de separador y la entrada del depurador de EGR. Un tanque de reserva de agua no contaminada, posiblemente presurizado, puede permitir un suministro de agua continua al proceso de depurador de EGR incluso cuando la unidad de separador se cambia a un modo de funcionamiento normal, siendo un modo de separación, a un modo de descarga con el fin de descargar lodo separado en forma de agua y materia de partículas a un tanque de lodo.

El bucle de proceso de depurador de EGC puede comprender una disposición para el suministro de un agente alcalino al flujo de agua del depurador en una posición entre la salida del tanque de circulación de agua del depurador y la entrada del depurador de EGC. Generalmente un proceso de EGC funciona a un pH inferior en comparación con un proceso de EGR. Mediante el control de la dosificación, la alcalinidad del agua del depurador suministrada al depurador de EGC puede optimizarse. Debe entenderse que la disposición para el suministro del agente alcalino también puede usarse para el bucle de proceso de depurador de EGR.

El sistema de limpieza combinado puede comprender adicionalmente un bucle de proceso de purga, el bucle de proceso de purga comprende una unidad de separador y un tanque de lodo y estando el bucle de proceso de purga conectado al bucle de proceso de depurador de EGC y/o al bucle de proceso depurador de EGR.

El bucle de proceso de purga permite la purga de agua en exceso que se introduce de forma inevitable al sistema de limpieza combinado a modo de ejemplo agua condensada procedente del gas de escape caliente tratado en los bucles de proceso de EGC y EGR y por agua dulce que puede suministrarse con el fin de diluir el agua del depurador en circulación para mantener las concentraciones de sal por debajo de los niveles de saturación. Además, el bucle de proceso de purga permite una descarga de material residual separado en forma de lodo y materia de partículas.

Generalmente, un proceso de EGR funciona a un pH superior que un proceso de EGC. Al permitir solo que el agua abandone el sistema de depurador del bucle de proceso de GC cualquier exceso de agente alcalino suministrado al proceso de EGR pero que no se haya consumido dentro de este se hará circular dentro del proceso de EGC para que en su lugar, sea consumido dentro de este. Esto permite un suministro reducido general de agente alcalino.

El bucle de proceso de purga puede comprender adicionalmente una disposición para el suministro de un coagulante en una posición después de una salida del tanque de purga y antes de una entrada de la unidad de separador. Un coagulante, normalmente en forma de un ion de metal trivalente tal como aluminio o hierro, puede usarse para mejorar el rendimiento de la unidad de separador, con el coagulante formando compuestos químicos en los que la materia de partículas está conectada a sales de metal. Tales compuestos químicos son más pesados y fáciles de separar mediante la unidad de separador.

El sistema de limpieza combinado puede comprender adicionalmente un tanque de retención, estando el tanque de retención dispuesto en una posición entre la salida de la disposición para el suministro de un coagulante y la entrada de la unidad de separador. El tanque de retención proporciona al coagulante el suficiente tiempo de exposición para la precipitación/coagulación de la materia de partículas en el agua del depurador antes de suministrarse a la unidad de separador.

El sistema de limpieza combinado puede comprender adicionalmente un tanque colector, estando el tanque colector dispuesto para recoger agua separada mediante la unidad de separador, en la que el tanque colector está conectado al bucle de proceso de depurador de EGC en una posición entre la salida del tanque de circulación de agua del depurador y la entrada del depurador de EGC.

El agua recogida en el tanque colector puede, por lo tanto, ser usada para depurar o limpiar con un chorro de agua el depurador de EGC cuando hay un cambio desde el modo de agua salada a modo de agua dulce para reducir, de este modo, los problemas relacionados con la corrosión y también evitar que se introduzca agua salada dentro del depurador de EGR. De forma más precisa, si se tiene un sistema combinado, el agua dulce y el agua salada deben compartir una cantidad de componentes tales como tubería de entrada, bombas, depuradores y tubería de salida. Por consiguiente, si simplemente se cambia del modo de agua salada al modo de agua dulce, una gran cantidad de agua salada terminará en el tanque común y, por lo tanto, en el sistema de EGR. Esto requiere que las partes sometidas potencialmente a agua salada sean diseñadas con material que no sea propenso a la corrosión. Sin embargo, depurando/limpiando con chorro el depurador de EGC con agua, libre de sal, puede evitarse que entren cloruros dentro del tanque de circulación de agua del depurador y, por lo tanto, los problemas de corrosión mencionados anteriormente pueden solventarse. La calidad del agua separada mediante la unidad de separador puede ser sometida a un control de calidad para asegurar que los niveles de sal del agua a recoger en el tanque colector se encuentran dentro de los niveles aceptables.

De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un método para la reducción de SO_x y NO_x en gases de escape procedentes de un motor de combustión usando un sistema de limpieza de depurador húmedo combinado que comprende un depurador de limpieza de gases de escape (EGC), un depurador de recirculación de gases de escape (EGR) y un tanque de circulación de agua de depurador. El método comprende la circulación de agua del depurador en un bucle de proceso de depurador de EGC entre el tanque de circulación de agua del depurador y el depurador de EGC y un bucle de proceso de depurador de EGR entre el tanque de circulación de agua del depurador y el depurador de EGR. El método comprende adicionalmente retirar materia de partículas en el bucle de proceso de depurador de EGR suministrando agua al depurador a través de una unidad de separador y suministrando un agente alcalino al agua del depurador en el bucle de proceso de depurador de EGR. El método proporciona las mismas ventajas que se han descrito en el sistema de limpieza combinado anterior, mediante el cual se hace referencia a la anterior descripción para evitar la repetición indebida.

La unidad de separador puede disponerse en una posición entre la salida del tanque de circulación de agua del depurador y la entrada del depurador de EGR.

El método puede comprender la etapa de suministrar agente alcalino al agua del depurador en el bucle de proceso de depurador de EGC en una posición entre la salida del tanque de circulación de agua del depurador y la entrada del depurador de EGC, y/o en el bucle de proceso de depurador de EGR en una posición entre la salida del tanque de circulación de agua del depurador y la entrada del depurador de EGR.

El método puede comprender adicionalmente la etapa de purga del exceso de agua del depurador desde el tanque de circulación de agua del depurador en un bucle de proceso de purga, realizándose la purga desde el bucle de proceso depurador de EGC.

Según el método, el bucle de proceso de purga puede comprender la etapa de retirar materia de partículas procedente del agua del depurador de purga antes de descargar el agua depurada del depurador por la borda.

Según el método, el bucle de proceso de purga puede comprender adicionalmente las etapas de retirar materia de partículas del agua del depurador de purga, controlando y aprobando la calidad del agua del depurador depurada de este modo, recogiendo el agua del depurador depurada aprobada y haciéndola circular hacia atrás dentro del bucle de proceso de depurador de EGC con el fin de depurar y/o limpiar con chorro de agua el depurador de EGC.

Según otro aspecto más, la invención se refiere al uso del sistema de limpieza combinado según cualquiera de las reivindicaciones 1-10 a bordo de un barco con el fin de reducir SOx y NOx en gases de escape procedentes de un motor de combustión.

Objetivos y características adicionales resultarán evidentes a partir de la descripción detallada y las reivindicaciones.

Dibujos

A continuación se describirá una realización de la invención, a modo de ejemplo, con más detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La Fig. 1 es una visión de conjunto esquemática que desvela el funcionamiento general en un depurador húmedo de EGC.
La Fig. 2 es una visión de conjunto que desvela el funcionamiento general de un depurador húmedo de EGR.
La Fig. 3 es una visión de conjunto esquemática del sistema de la invención.
La Fig. 4 es una visión de conjunto esquemática de una segunda realización del sistema de la invención.

Descripción detallada

Antes de proceder a los detalles de la invención, se describirá el principio general de un proceso depurador de EGC y un proceso de depurador de EGR.

Un depurador de EGC típico para ser usado a bordo de un barco es el denominado depurador húmedo. Un proceso de depurador de EGC húmedo como tal es bien conocido en la técnica y la idea general es retirar materia de partículas tales como hollín, aceite y metales pesado en el gas de escape de un motor, tal como un motor diésel a bordo de un barco y, al mismo modo, eliminar gases ácidos tales como SO_X del gas de escape mediante un flujo de agua. SO_x se forma durante el proceso de combustión cuando el azufre en el combustible se combina con oxígeno. El principio básico cuando se usa agua para disolver SO_x en el proceso de depuración es que el SO_x se oxida a sulfatos cuando se hace reaccionar con agua alcalina usada en el depurador de EGC. En puertos y ríos la alcalinidad varía y no siempre es la suficiente para facilitar la reacción química en caso de que el proceso de depurado se hace funcionar en un modo de agua dulce. Por lo tanto, es necesario mantener la alcalinidad del agua. Esto puede conseguirse añadiendo un agente alcalino, tal como un NaOH al agua.

Un ejemplo típico de un depurador de EGC 1 del tipo de depurador húmedo se desvela en la Fig. 1, al cual se hace ahora referencia. El gas de escape de un motor de combustión 2 se pasa a través de una primera cámara 3, a través de una entrada 4 de la misma a una salida 5 de la misma, mientras que se limpia a chorro con un gran flujo de agua W para reducir rápidamente la temperatura desde aproximadamente 180-250 °C a aproximadamente 45-55 °C. La limpieza a chorro puede realizarse mediante una pluralidad de boquillas 6. Al enfriar el gas de escape, el volumen del mismo puede reducirse, permitiendo que una segunda cámara 7, una cámara de absorción, del depurador de EGC 1 tenga un tamaño más pequeño. De este modo, el espacio requerido a bordo del barco puede reducirse lo cual resulta ventajoso no al menos en caso de la retroadaptación de un depurador de EGC 1. En la segunda cámara 7, el gas de escape previamente lavado se somete a un flujo contracorriente de agua W desde las boquillas 8 mientras que se guía desde una entrada 9 del mismo, normalmente una entrada en la parte inferior que se comunica con la salida 5 de la primera cámara 3, a una salida 10 del mismo, normalmente una salida superior. Durante el pasaje a través de la segunda cámara 7, el gas de escape puede reaccionar con un agente alcalino suministrado (no

desvelad) al agua W antes del depurador de EGC 1. Durante la reacción con el agente alcalino, el SO_x contenido en el gas de escape puede disolverse en el agua mediante el SO_x oxidándose en sulfatos. La materia de partículas contenida en el gas de escape puede eliminarse junto con el agua a través de salidas en la parte inferior 19 dispuestas en la primera y segunda cámaras 3, 7.

Para mejorar adicionalmente la eficacia de eliminación del depurador de EGC 1, el tiempo de permanencia del gas de escape en la segunda cámara 7 puede aumentarse. Como alternativa, el área de superficie disponible dentro de la segunda cámara 7 puede aumentarse causando una superficie de contacto más grande con el gas de escape. Técnicas bien conocidas para este fin es el uso de boquillas de pulverización, torres empaquetadas o un aspirador (no se desvela).

El gas de escape depurado de este modo puede emitirse dentro de un aire ambiente mediante la salida 10 después de un control de calidad (no se desvela) que asegure que cumpla los niveles de emisión fijados por legislación.

Un depurador de EGC 1 puede en general usar agua salada o agua dulce o incluso una mezcla de las mismas.

A continuación se describirá un principio general de un proceso de depurador de EGR con referencia a las FIg. 2. Los procesos depurador de EGR como tales son bien conocidos en la técnica y la idea general es reducir la cantidad de óxido de nitrógeno (NO_x) en el gas de escape que se va a emitir procedente de un motor, tal como un motor diésel a bardo de un barco.

El depurador de EGR 11 como tal es un denominado depurador húmedo que se basa en el mismo principio que el depurador de EGC, al cual se hace referencia a la anterior descripción para evitar la repetición indebida.

Como diferencia principal con el depurador de EGC, una parte del gas de escape depurado se recircula hacia atrás dentro de la cámara de combustión del motor de combustión 2 con el fin de reducir el nivel de NO_x. Aproximadamente hacia el 40 % del gas de escape puede recircularse hacia atrás dentro del motor 2. El gas de escape recirculado reemplaza algo del oxígeno en exceso en la mezcla de precombustión resultante. El nivel de oxígeno reducido de este modo aumente el nivel de dióxido de carbono (CO_2). El NO_x se forma principalmente cuando se somete una mezcla de nitrógeno y oxígeno a una temperatura elevada. Sin embargo, el nivel aumentado de CO_2 tiene el efecto de que la temperatura de combustión se ve reducida. Por consiguiente, el nivel de NO_x formado en el gas de escape puede reducirse.

Al igual que el depurador de EGC 1, el depurador de EGR 11 puede en general usar agua salada o agua dulce o incluso una mezcla de las mismas.

Ahora haciendo referencia a la Fig. 3 se desvela una visión en conjunto esquemática del sistema de la invención. El sistema de la invención comprende dos bucles, un bucle de proceso de depurador de EGC 13 y un bucle de proceso de EGR 14, para la circulación de agua entre un tanque de circulación de agua de depurador 15. El sistema de la invención también permite que el tanque de circulación de agua de depurador 15 forme parte de un tercer bucle de proceso, en lo que sigue identificado como bucle de purga 16.

De forma más precisa, el sistema de la invención comprende el tanque de circulación de agua de depurador 15 que tiene una primera 17 y una segunda entrada 18. La primera entrada 17 está dispuesta en comunicación con una salida 19 de un depurador de EGC 1 que forma parte del bucle de proceso de depurador de EGC 13 y la segunda entrada 18 se dispone en comunicación con una salida 34 de un depurador de EGR 11 que forma parte del bucle de proceso de depurador de EGR 13. Además, el tanque de circulación de agua de depurador 15 tiene una salida 20 dispuesta en comunicación con una entrada 21 del depurador de EGC 1 y con una entrada 22 del depurador de EGR 11. Las entradas 21 y 22 del depurador de EGC 1 y el depurador de EGR 11 se corresponden con la entrada 4 de la primera cámara de un depurador húmedo de EGC/EGR 1, 11 tal como se observa en las Fig. 1 y 2.

Sin embargo, la siguiente descripción se basa en el depurador de EGC 1 y el depurador de EGR 11 estando dispuesta en comunicación con una y la misma salida 20 del tanque de circulación de agua de depurador 15, debe entenderse que el tanque de circulación de agua de depurador 15 puede proporcionarse con dos salidas separadas dispuestas en comunicación con el depurador de EGC 1 y el depurador de EGR 11, respectivamente.

La salida 20 del tanque de circulación de agua de depurador 15 se dispone adicionalmente en comunicación con una entrada 23 de un tanque de purga 24 que forma parte del bucle de purga 16.

El sistema de la invención y los componentes individuales contenidos en el mismo se describirán en detalle a continuación.

Empezando con el bucle de proceso depurador de EGC 13, el tanque de circulación de agua de depurador 15 está a través de su salida 20 conectado a la entrada 21 del depurador de EGC 1, a través del cual el depurador de EGC 1 puede suministrarse con un gran caudal de agua desde el tanque de circulación de agua de depurador 15. Para una mejor comprensión y como ejemplo no limitante, la cantidad puede ser aproximadamente de 30 m^3/MWh en el caso

de aplicaciones de agua dulce. El agua se bombea mediante una bomba 25 dentro del depurador de EGC 1.
Antes del depurador de EGC 1, el pH del agua del tanque de circulación de agua de depurador 15 puede aumentarse mediante una disposición para el suministro de un agente alcalino 26 tal como NaOHo equivalente. Aunque el suministro del agente alcalino 26 se desvela como que tiene lugar antes de que la bomba 25 se disponga para bombear el agua dentro del depurador de EGC 1, debe entenderse que el agente alcalino puede suministrarse en cualquier posición entre la salida 20 del tanque de circulación de agua de depurador 15 y la entrada 21 del depurador de EGC 1. El suministro de agente alcalino 26 puede controlarse mediante un controlador (no se desvela). El agua suministrada a la entrada del depurador de EGC puede pasarse a través de un enfriador 27 con el fin de mantener la temperatura lo más baja posible en la sección del depurador. El enfriamiento favorece una condensación eficaz para evitar, de este modo, la pérdida de agua mediante la evaporación.

En el depurador de EGC 1, véanse la Fig. 1 y 3, el agua se encuentra con el flujo de gas de escape procedente del motor de combustión 2. El depurador de EGC 1 se dispone sobre un lado de presión baja de un turbocompresor 70. El gas de escape del motor de combustión 2 se pasa a través de la primera cámara 3 del depurador de EGC 1 mientras que se limpia a chorro con agua para reducir rápidamente la temperatura desde aproximadamente 180-250 °C a aproximadamente 45-55 °C. También, una parte de la materia de partículas contenida en el gas de escape puede eliminarse. El gas pre-lavado y enfriado de este modo se suministra dentro de la segunda cámara 7 del depurador de EGC 1, siendo la cámara de absorción, donde se somete a un flujo contracorriente de agua mientras que se guía desde la entrada 9 de la misma a la salida 10 de la misma. Durante el pasaje a través de la segunda cámara 7, el gas de escape reacciona con el agente alcalino en al gua, a través del cual el SO_x contenido en el gas de escape se disuelve en el agua mediante el SO_x oxidándose en sulfatos. Además, cualquier materia de partículas residual puede eliminarse junto con el agua.

El agua usada en el depurador de EGC 1 se devuelve, véase la Fig. 3, junto con la materia de partículas eliminada, a la primera entrada 17 del tanque de circulación de agua de depurador 15 a través de la salida 19 del depurador de EGC 1. El gas de escape depurado puede emitirse en el aire ambiente a través de la salida 10. Las dos salidas 19 de la Fig. 1 están en la Fig. 3 ilustradas como una salida 19.

La otra parte del gas de escape del motor de combustión 2 no sometido al bucle de proceso depurador 13 se someterá, en cambio, al bucle de proceso depurador de EGR 14. El bucle de proceso depurador de EGR 14 se dispone para que tenga lugar sobre un lado de presión alta de un turbocompresor 70.

En el bucle de proceso depurador de EGR 14 desvelado, el tanque de circulación de agua de depurador 15 está a través de su salida 20 conectado a una entrada 28 de una unidad de separador 29. Una salida 30 de la unidad de separador 29 está conectada a una salida 31 de un tanque de reserva de agua no contaminada opcional 32. Una primera salida 33 del tanque de reserva de agua no contaminada 32 está conectada a la entrada 22 del depurador de EGR 11. Además, una salida 34, correspondiente a la entrada 19 de la Fig. 2, del depurador de EGR 11 está conectada a una entrada 35 de un tanque colector opcional 36 y una salida 37 del tanque colector 36 está conectada a la segunda entrada 18 del tanque de circulación de agua de depurador 15. En el bucle de proceso depurador de EGR 14 desvelado, un intercambiador térmico 71 se dispone entre la salida 30 de la unidad de separador 29 y la entrada 31 del tanque de reserva de agua no contaminada opcional 32.

Una segunda salida 38 del tanque de reserva de agua no contaminada 32 está conectada a la segunda entrada 18 del tanque de circulación de agua de depurador 15.

Antes del depurador de EGR 11, el pH del agua del tanque de circulación de agua de depurador 15 puede aumentarse mediante un suministro de un agente alcalino 39 tal como NaOHo equivalente. Aunque el suministro del agente alcalino 39 se desvela como que tiene lugar antes de la unidad de separador 29, debe entenderse que el agente alcalino puede suministrarse en cualquier posición entre la salida 20 del tanque de circulación de agua de depurador 15 y la entrada 22 del depurador de EGR 11. Generalmente, un proceso de EGR funciona a un pH superior en comparación con un proceso de EGC, a través del cual la cantidad requerida de agente alcalino a suministrar debería ser superior que la de al depurador de EGC. El suministro de agente alcalino puede controlarse mediante un controlador (no se desvela)

Durante el funcionamiento del bucle de proceso del depurador de EGR 14, el agua del tanque de circulación de agua de depurador 15 se suministra a la unidad de separador 29, minimizando la cantidad de materia de partículas que se transfiere al depurador de EGR 11. La unidad de separador 29 puede ser un separador de alta velocidad. La materia de partículas recogida mediante la unidad de separador 29 puede descargarse directamente desde la unidad de separador 29 o bombearse dentro y recogerse en un tanque de lodo 40 que se describirá a continuación. Puesto que la unidad de separador 29 se alimenta con agua desde el tanque de circulación de agua de depurador 15, la unidad de separador 29 separa la materia de partículas eliminadas desde tanto el bucle de proceso del depurador de EGC 13 como desde el bucle de proceso del depurador de EGR 14. Sin embargo, puesto que el depurador de EGR 11 funciona con un gas de escape de recirculación dentro del motor de combustión 2 y puesto que el motor de combustión 2 como tal es sensible normalmente a la materia de partículas, resulta ventajoso disponer la unidad de separador 29 en el bucle de proceso del depurador de EGR 14 corriente abajo del depurador de EGR 11 en lugar de en el bucle de proceso del separador de EGC 13.

El agua depurada por la unidad de separador 29 se transfiere dentro de un tanque de reserva de agua no contaminada 32. El agua en una cantidad requerida para hacer funcionar el depurador de EGR 11 se alimenta desde el tanque de reserva de agua no contaminada 32 al depurador de EGR 11. La cantidad requerida depende de la carga del motor del motor de combustión 2 que general el gas de escape a depurar mediante el depurador de EGR 11. La cantidad de agua bombeada dentro del depurador de EGR 11 puede, a modo de ejemplo, ser a una tasa de 2-3 m^3/MWh.

El agua en exceso en el tanque de reserva de agua no contaminada 32, es decir, el agua no requerida en el depurador de EGR 11, se devuelve dentro del tanque de circulación de agua de depurador 15. Debido a la unidad de separador 29, el agua devuelta al tanque de circulación de agua de depurador 29 tiene un nivel reducido de materia de partículas.

En el depurador de EGR 11, véase la Fig. 2, el agua del tanque de reserva de agua no contaminada 32 se encuentra con el flujo de gas de escape desde el motor de combustión 2. El gas de escape del motor de combustión 2 se pasa a través de la primera cámara 3 del depurador de EGR 11 mientras que se limpia a chorro con un flujo de agua para reducir rápidamente la temperatura desde aproximadamente 180-250 °C a una temperatura correspondiente a la temperatura del agua salada más aproximadamente 10-20 °C. esto debe entenderse como un ejemplo aproximada, no limitante, únicamente. El gas enfriado se suministra dentro de la segunda cámara 7 del depurador de EGR 11, siendo la cámara de absorción, donde el gas de escape pre-lavado y enfriado se somete a un flujo contracorriente de agua mientras que se guía desde la entrada 9 a la salida 10. Durante el pasaje a través de la segunda cámara 7, el gas de escape reacciona con el agente alcalino en el agua mediante el cual el SO_x contenido en el gas de escape puede disolverse en el agua mediante el SO_x oxidándose en sulfatos. Además, la materia de partículas contenida en el mismo puede eliminarse junto con el agua.

Como un ejemplo no limitante, normalmente el 40 % del gas de escape puede depurarse mediante el depurador de EGR 11, mientras que el 60 % restante del gas de escape se alimenta al depurador de EGC. Debe entenderse que el depurador de EGR 11 debe entenderse como un circuito cerrado que no emite gas al aire ambiente.

El agua usada en el depurador de EGR 11 se devuelve al tanque de circulación de agua de depurador 15 a través de su segunda entrada 18. Esto puede realizarse directamente o a través del tanque colector opcional 36. El tanque colector 36 puede ser útil si la distancia entre el depurador de EGR 11 y el tanque de circulación de agua de depurador 15 es grande. Además es posible disponer una bomba opcional 41 entre la salida 37 del tanque colector 36 y la segunda entrada 18 del tanque de circulación de agua de depurador 15.

El tanque de reserva de agua no contaminada 32 puede presurizarse. La presurización puede lograrse mediante la unidad de separador 29, tal como recortando los discos incluidos en el mismo en el caso de una unidad de separador de alta velocidad. La presurización permite un suministro de agua continua para el bucle de proceso de EGR 14 incluso cuando la unidad de separador 29 está cambiado de un modo de funcionamiento normal, siendo un modo de separación, a un modo de descarga en el cual se descarga materia de partículas al tanque de lodo 40. Durante tal cambio, se produce una caída de presión lo que podría afectar al suministro de agua al depurador de EGR 11. Sin embargo, usando el tanque de reserva de agua no contaminada 32, tal caída de la presión puede ser compensada.

Debe entenderse que un suministro de agua continua al depurador de EGR 11 desde el tanque de reserva de agua no contaminada 32 puede disponerse mediante una bomba 42 que está dispuesta entre la salida 33 del tanque de reserva de agua no contaminada 32 y la entrada 22 del depurador de EGR 11.

También debe entenderse que el tanque de reserva de agua no contaminada 32 puede omitirse. Esto puede hacerse posible en el caso de que la unidad de separador 29 sea un denominado separador de alta velocidad de descarga parcial con una entrada y salida herméticas. En tal caso una bomba 60 que suministra agua a la unidad de separador 29 puede usarse tanto para bombear agua directamente al depurador de EGR 11 como devolver el agua en exceso al tanque de circulación de agua de depurador 15. La división del flujo de agua desde la unidad de separador 29 al depurador de EGR 11 y el tanque de circulación de agua de depurador 15 puede controlarse mediante una válvula (no se desvela).

En una realización la unidad de separador 29 puede ser un denominado separador de alta velocidad de descarga total con una entrada y salida herméticas. En tal caso la bomba 60 que suministra agua a la unidad de separador 29 puede usarse para bombear agua en exceso de vuelta al tanque de circulación de agua de depurador 15. En tal realización el tanque de reserva de agua no contaminada presurizado 32 se usa para mantener el flujo de agua al depurador de EGR 11 incluso cuando la unidad de separador 29 se cambia de un modo de funcionamiento normal, siendo el modo de separación, al modo de descarga con el fin de descargar material residual separado al tanque de lodo 40.

Se entenderá que no importa si es el bucle de proceso de depurador de EGC 13 o el bucle de proceso de depurador de EGR 14, cualquier agua contenida en el gas de escape se condensará cuando agua más fría del tanque de

circulación de agua de depurador 15 se encuentra con gas de escape caliente procedente del motor de combustión 2. Por consiguiente, la cantidad de agua en el sistema de limpieza aumentará gradualmente. También es posible añadir agua salada al sistema de limpieza para diluir el contenido de sal del mismo, que, de otro modo, aumentará gradualmente. Para mantener a control la cantidad y la concentración de sal del agua en recirculación, puede drenarse el exceso de agua dentro del bucle de purga 16 que se describirá a continuación.

En la realización desvelada, el drenaje dentro del bucle de purga 16 se ilustra como que tiene lugar en el bucle de proceso de depurador de EGC 13 entre la bomba 25 y la entrada 21 del depurador de EGC 1. Debe entenderse que el drenaje no debe limitarse a esta posición. El drenaje también puede realizarse desde el bucle de proceso depurador de EGR 14.

El bucle de purga 16 comprende el tanque de purga 24. Una salida 43 del tanque de purga 24 está conectada a una salida 44 de un tanque de retención opcional 45. Una salida 46 del tanque de retención 45 está conectada a una entrada 47 de una unidad de separador 48. En caso de que se omita el tanque de retención 45, la salida 43 del tanque de purga 24 está conectada a la entrada 47 de la unidad de separador 48. Una primera salida 49 de la unidad de separador 48 está conectada a una salida 59 del tanque de lodo 40. Una segunda salida 51 de la unidad de separador 48 está conectada a una disposición de válvula 52 que a cambio está conectada a la entrada 23 del tanque de purga 24 o a una tubería de descarga por la borda 53. Por lo tanto, se proporciona un bucle de purga 16 con el fin de tratar el agua del depurador de purga a un estándar de calidad del agua fijado por legislación según los criterios de descarga por la borda.

En una realización en cuyo tanque de retención 45 se omite, el agua recibida en el tanque de purga 24 se bombea dentro de la unidad de separador 48 donde se separa la materia de partículas y se recoge en el tanque de lodo 40.

El agua depurada y separada se somete a un control de calidad 61 para observar si el agua cumple con los criterios de descarga por la borda fijados por la legislación o no. A modo de ejemplo, existen criterios de descarga por la borda que establecen unos niveles máximos de compuestos orgánicos, sólidos suspendidos también conocidos como turbidez y nivel de pH cuando se purga agua al mar.

Si se considera la calidad aceptable, el agua puede descargarse por la borda a través de la disposición de la válvula 52 y la tubería de descarga por la borda 53. Si se considera que no es aceptable o si no se permite la descarga debido a una parada de puerto o porque el barco se encuentra en un área sensible, el agua se devuelve dentro del tanque de purga 24 a través de su entrada 23.

El tanque de purga 24 proporciona adicionalmente la posibilidad de recirculación y depuración adicional en caso de agua muy contaminada o si no se desea el uso de coagulante.

Aunque solo se desvela una entrada 23 del tanque de purga 24, debe entenderse que el tanque de purga 24 puede proporcionarse con una entrada que se comunica con el bucle de proceso depurador de EGC 13 o el bucle de proceso de depurador de EGR 14 y una entrada que se comunica con la disposición de válvula 52 del bucle de purga 16.

Para aumentar adicionalmente el rendimiento de la unidad de separador 48 del bucle de purga 16, una depuración incluso mejor o una posibilidad de tener un rendimiento superior, puede introducirse un coagulante 54 dentro del agua que se va a suministrar a la unidad de separador 48 del bucle de purga 16 mediante una disposición para el suministro de un coagulante 56. Para potenciar el rendimiento del coagulante 54, el tanque de retención anteriormente mencionado 45 puede disponerse en una posición entre el suministro de coagulante 54 y la unidad de separador 48. El tanque de retención 45 proporciona al coagulante 54 el suficiente tiempo de exposición para la precipitación/coagulación de la materia de partículas en el agua antes de suministrarse a la unidad de separador 48. El fin de usar un coagulante 54 es formar compuestos químicos en los que la materia de partículas está conectada a sales de metal. Tales compuestos químicos son más fáciles de separar mediante la unidad de separador. El coagulante 54 puede, a modo de ejemplo, ser un ion de metal trivalente tal como aluminio o hierro.

La descarga desde la unidad de separador 48 en el bucle de purga 16 puede ser bombeada dentro del mismo tanque de lodo 40 como se usa para la unidad de separador 29 que coopera con el bucle de proceso de depurador de EGR 14 o dentro de un tanque de lodo separado (no se desvela). En la realización desvelada, uno y el mismo tanque de lodo 40 se usa para recibir lodo desde ambas unidades de separador 29, 48. El contenido del tanque de lodo 40 puede bombearse en tierra durante la estancia en el puerto o puede tratarse adicionalmente a bordo.

Una posibilidad cuando se trata adicionalmente a bordo es reintroducir (no se desvela) agua recogida desde una parte superior del tanque de lodo 40 de vuelta al tanque de purga 24. Otra posibilidad es suministrar el contenido del tanque de lodo 40 a través de una denominada unidad de separador seca (no se desvela) para retirar y secar exhaustivamente, de este modo, los sólidos en el tanque de lodo 40. El agua no unida de forma capilar se retira, minimizando la cantidad de lodo total. El agua retirada de este modo puede introducirse de nuevo al tanque de circulación de agua de depurador 15 o de nuevo al tanque de purga 24 para el tratamiento para que cumpla los criterios de descarga fijados por legislación.

El bucle de purga 16 que se describe anteriormente permite una reducción del consumo de agua dulce el cual es un desafío constante en el mar.

Haciendo referencia a la Fig. 4 se desvela una segunda realización del sistema. El diseño general del sistema es idéntico al descrito anteriormente con referencia a la Fig. 3 con la diferencia de que se dispone un tanque colector 80 en el bucle de purga 16 en una posición corriente abajo del control de calidad 61. En la realización desvelada, el tanque colector 80 está conectado a una salida de la disposición de válvula 52 y conectado adicionalmente al bucle de proceso de depurador de ECR 13 en una posición entre la salida 20 del tanque de circulación de agua de depurador 15 y la bomba 25. Además, se dispone una válvula 81 entre la salida 19 del depurador de EGC 1 y la entrada 17 del tanque de circulación de agua de depurador 15. La válvula 81 puede permitir la descarga 82 de tal agua controlada por calidad "usada" dentro del agua o en cualquier otro lugar, tal como dentro de un tanque adecuado que no se desvela. El agua recogida en el tanque colector 80 que tiene una calidad controlada puede, por lo tanto, ser usada para depurar o limpiar con un chorro de agua el depurador de EGC 1 cuando hay un cambio desde el modo de agua salada a modo de agua dulce para reducir, de este modo, los problemas relacionados con la corrosión y también evitar que se introduzca agua salada dentro del depurador de EGR 11. De forma más precisa, si se tiene un sistema combinado, el agua dulce y el agua salada deben compartir una cantidad de componentes tales como tubería de entrada, bombas, depuradores y tubería de salida. Por consiguiente, si simplemente se cambia del modo de agua salada al modo de agua dulce, una gran cantidad de agua salada terminará en el tanque común y, por lo tanto, en el sistema de EGR. Esto requiere que las partes sometidas potencialmente a agua salada sean diseñadas con material que no sea propenso a la corrosión. Esto resulta en un coste de material sustancialmente aumentado. Sin embargo, depurando/limpiando con chorro el depurador de EGC 1 con agua controlada por calidad, libre de sal, se evita que entren cloruros dentro del tanque de circulación de agua de depurador 15 y, por lo tanto, los problemas de corrosión mencionados anteriormente pueden solventarse.

La descripción anterior se ha basado en una realización de un depurador de EGC y EGR 1, 11 que comprende una primera y una segunda cámara 3, 7 respectivamente, en la que el fin principal de la primera cámara 3 es enfriar rápidamente el gas de escape. Debe entenderse que la etapa de enfriamiento puede omitirse y, por lo tanto, también la primera cámara 3.

Debe entenderse también que existen numerosos depuradores de EGC y EGR 1, 11 disponibles en el mercado y que la invención no debe limitarse al diseño y al funcionamiento del depurador de EGC y/o EGR individual. A modo de ejemplo, es posible usar múltiples depuradores de entrada que permiten que una pluralidad de motores se conecten a estos.

Además, debe entenderse además que existen numerosas unidades de separador disponibles con el fin de separar materia de partículas de un líquido, mediante los cuales la invención no debe quedarse limitada a las realizaciones descritas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de limpieza combinado para ser usado en un proceso de depurador húmedo para la reducción de SO_x y NO_x en gases de escape procedentes de un motor de combustión (2), comprendiendo el sistema un depurador de limpieza de gases de escape (EGC) (1) y un depurador de recirculación de gases de escape (EGR) (11), **caracterizado por que** el sistema de limpieza combinado comprende adicionalmente un tanque de circulación de agua de depurador (15) dispuesto para hacer circular agua de depurador en un bucle de proceso de depurador de EGC (13) entre el tanque de circulación de agua de depurador (15) y el depurador de EGC (1) y en un bucle de proceso de depurador de EGR (14) entre el tanque de circulación de agua de depurador (15) y el depurador de EGR (11), comprendiendo el bucle de proceso de depurador de EGR (14) una disposición para el suministro de agente alcalino (39) al flujo de agua de depurador y una unidad de separador (29) con el fin de separar materia de partículas del agua de depurador circulada.

2. Sistema de limpieza combinado de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la disposición para el suministro de agente alcalino (39) al flujo del agua de depurador se posiciona entre una salida (20) del tanque de circulación de agua de depurador (15) y una entrada (22) del depurador de EGR (11).

3. Sistema de limpieza combinado de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que la unidad de separador (29) está dispuesta en una posición entre la salida (20) del tanque de circulación de agua de depurador (15) y la entrada (22) del depurador de EGR (11).

4. Sistema de limpieza combinado de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la unidad de separador (29) es un separador de alta velocidad, un separador de alta velocidad de descarga parcial o un separador de velocidad de alta velocidad de descarga total.

5. Sistema de limpieza combinado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende adicionalmente un tanque de reserva de agua no contaminada (32) dispuesto en una posición entre una salida (30) de la unidad de separador (29) y la entrada (22) del depurador de EGR (11).

6. Sistema de limpieza combinado de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el bucle de proceso de depurador de EGC (13) comprende una disposición para el suministro de agente alcalino (26) al flujo de agua del depurador en una posición entre la salida (20) del tanque de circulación de agua de depurador (15) y una entrada (21) del depurador de EGC (1).

7. Sistema de limpieza combinado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente un bucle de proceso de purga (16), comprendiendo el bucle de proceso de purga una unidad de separador (48) y un tanque de lodo (40) y estando el bucle de proceso de purga (16) conectado al bucle de proceso de depurador de EGC (13) y/o al bucle de proceso depurador de EGR (14).

8. Sistema de limpieza combinado de acuerdo con la reivindicación 7, comprendiendo adicionalmente el bucle de proceso de purga (16) una disposición para el suministro de un coagulante (56; 54) en una posición después de una salida (43) del tanque de purga (24) y antes de una entrada (47) de la unidad de separador (48).

9. Sistema de limpieza combinado de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende adicionalmente un tanque de retención (45), estando el tanque de retención dispuesto en una posición entre una salida (55) de la disposición para el suministro de un coagulante (56; 54) y la entrada (47) de la unidad de separador (48).

10. Sistema de limpieza combinado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-9, que comprende adicionalmente un tanque colector (80), estando el tanque colector dispuesto para recoger agua separada mediante la unidad de separador (48), con lo cual el tanque colector (80) está conectado al bucle de proceso de depurador de EGC (13) en una posición entre la salida del tanque de circulación de agua de depurador (15) y la entrada (21) del depurador de EGC (1).

11. Método para la reducción de SOx y NOx en gases de escape procedentes de un motor de combustión (2) mediante el uso de un sistema de limpieza de depurador húmedo combinado, comprendiendo el sistema un depurador de limpieza de gases de escape (EGC) (1), un depurador de recirculación de gases de escape (EGR) (11) y un tanque de circulación de agua de depurador (15), que comprende la circulación de agua de depurador en un bucle de proceso de depurador de EGC (13) entre el tanque de circulación de agua de depurador (15) y el depurador de EGC (1) y un bucle de proceso de depurador de EGR (14) entre el tanque de circulación de agua de depurador (15) y el depurador de EGR (11), retirando materia de partículas en el bucle de proceso de depurador de EGR (14) suministrando agua de depurador mediante una unidad de separador (29) y suministrando agente alcalino (26) al agua de depurador en el bucle de proceso de depurador de EGR (14).

12. Método según la reivindicación 11, en el que la unidad de separador (29) se dispone en una posición entre la salida (20) del tanque de circulación de agua de depurador (15) y la entrada (22) del depurador de EGR (11).

13. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, que comprende la etapa de suministrar agente alcalino (26) al agua del depurador en el bucle de proceso de depurador de EGC (13) en una posición entre la salida (20) del tanque de circulación de agua de depurador (15) y la entrada (21) del depurador de EGC (1), y/o en el bucle de proceso de depurador de EGR (14) en una posición entre la salida (20) del tanque de circulación de agua de depurador (15) y la entrada del depurador de EGR (22).

14. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11-13, que comprende adicionalmente la etapa de purga del exceso de agua de depurador desde el tanque de circulación de agua de depurador (15) en un bucle de proceso de puga (16), realizándose la purga desde el bucle de proceso depurador de EGC (13).

15. Método según la reivindicación 14, en el que el bucle de proceso de purga (13) comprende la etapa de retirar materia de partículas del agua del depurador de purga antes de descargar el agua depurada del depurador por la borda.

16. Método según la reivindicación 14, en el que el bucle de proceso de purga (13) comprende las etapas de retirar materia de partículas del agua del depurador de purga, controlando y aprobando la calidad del agua del depurador depurada de este modo, recogiendo el agua del depurador depurada aprobada y haciéndola circular de vuelta al bucle de proceso de depurador de EGC (13) con el fin de depurar y/o limpiar con chorro de agua el depurador de EGC (1).

17. Uso del sistema de limpieza combinado según cualquiera de las reivindicaciones 1-10 a bordo de un barco con el fin de reducir SO_x y NO_x en gases de escape procedentes de un motor de combustión (2).

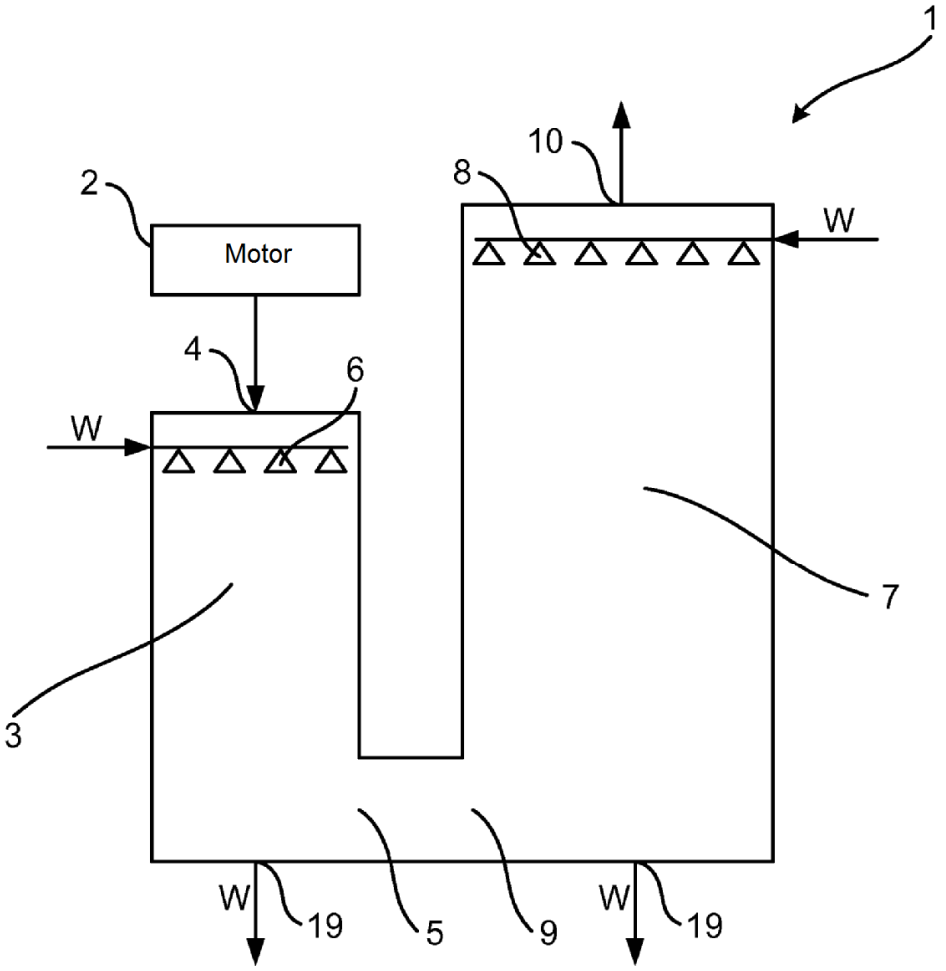

Fig. 1

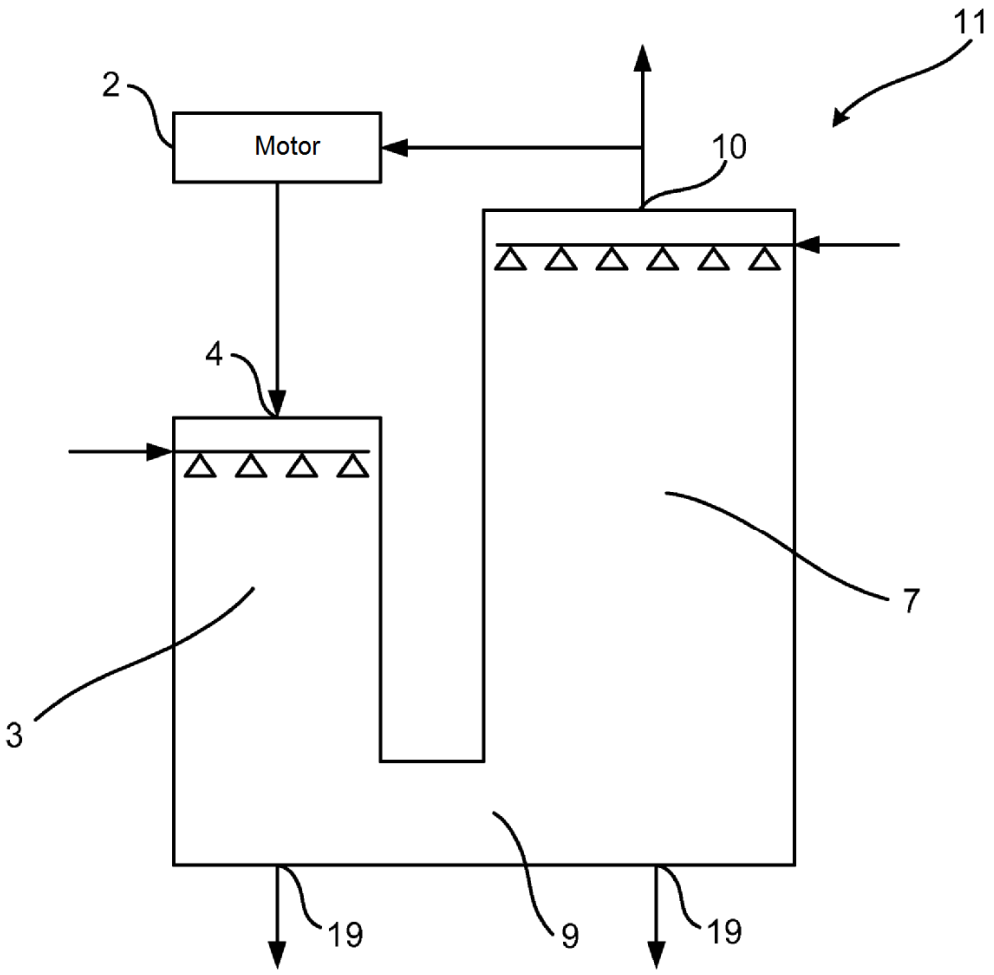

Fig. 2

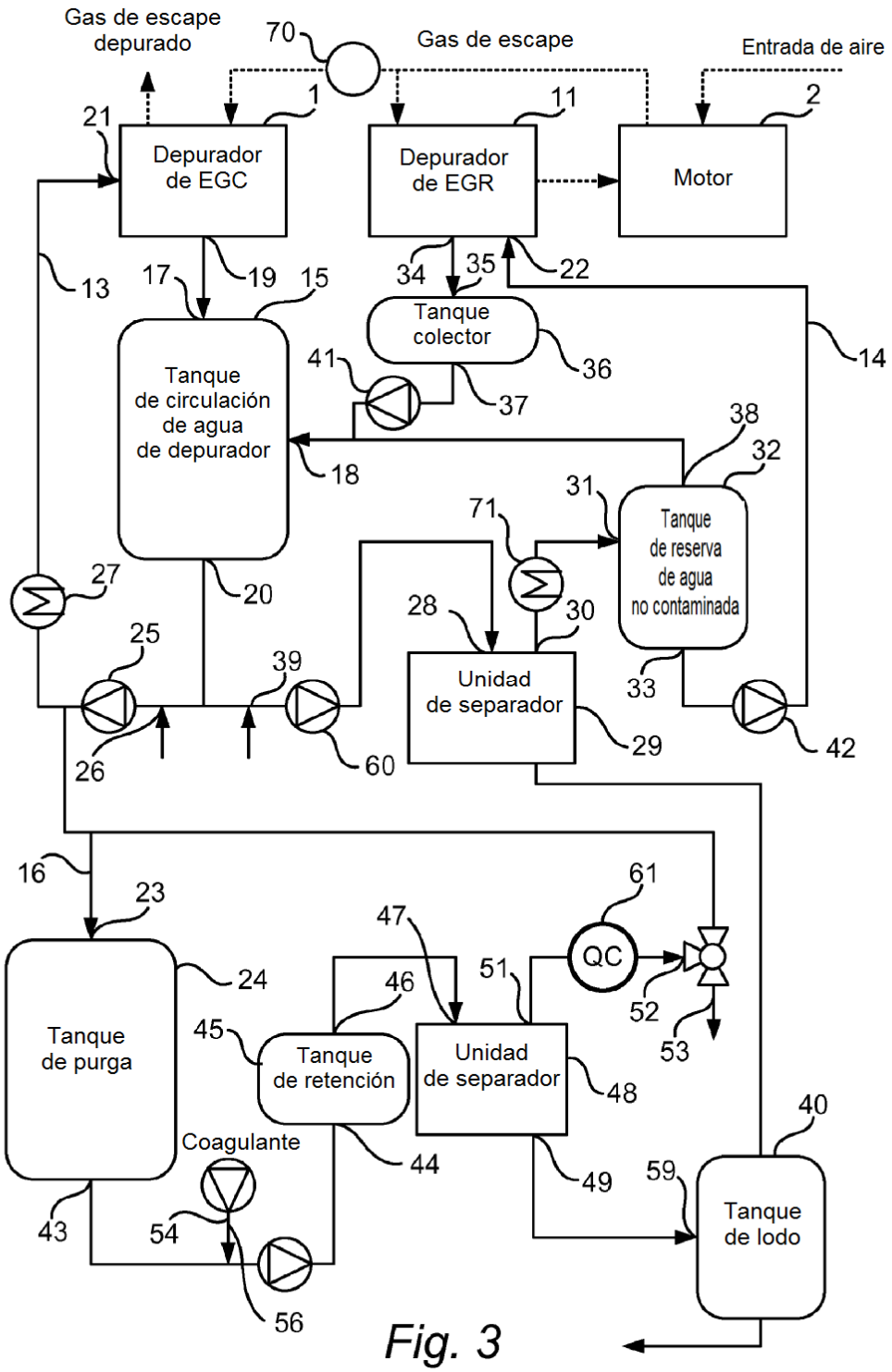
Gas de escape depurado
70
Gas de escape
Entrada de aire
21
1
11
2
Depurador de EGC
Depurador de EGR
Motor
13
17
19
15
34
35
22
Tanque colector
14
41
36
37
Tanque de circulación de agua de depurador
38
32
18
31
71
Tanque de reserva de agua no contaminada
27
20
28
30
25
39
Unidad de separador
33
26
60
29
42
16
23
61
47
QC
24
46
51
52
Tanque de purga
45
Tanque de retención
Unidad de separador
53
48
40
Coagulante
44
49
59
Tanque de lodo
43
54
56

Fig. 3

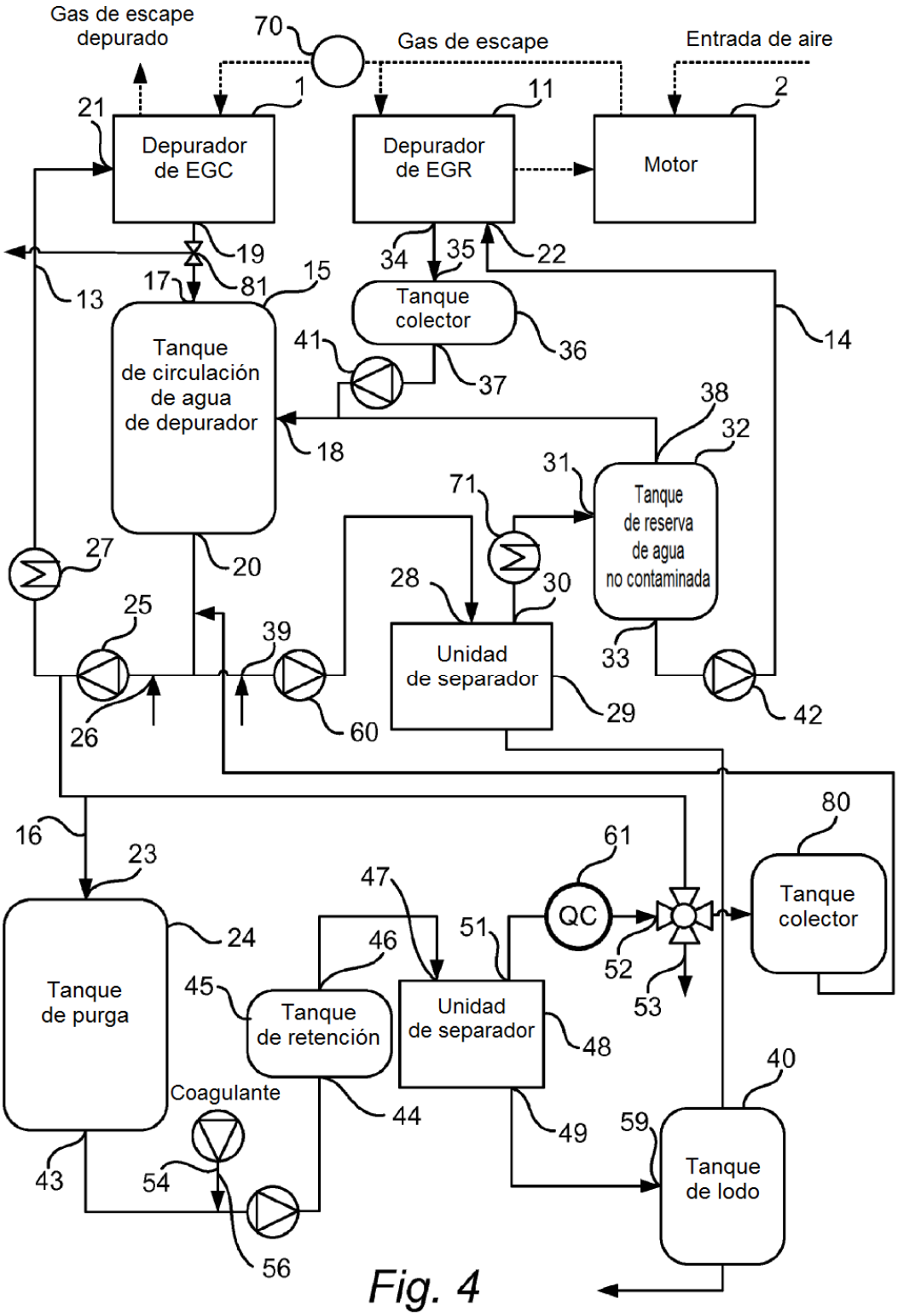
Gas de escape depurado
70
Gas de escape
Entrada de aire
21
1
11
2
Depurador de EGC
Depurador de EGR
Motor
19
34
35
22
13
17
81
15
Tanque colector
14
41
36
Tanque de circulación de agua de depurador
37
38
32
18
31
71
Tanque de reserva de agua no contaminada
27
20
28
30
25
39
Unidad de separador
33
26
60
29
42
80
16
61
23
47
QC
Tanque colector
24
46
51
52
Tanque de purga
45
Tanque de retención
Unidad de separador
53
48
40
Coagulante
44
49
59
43
54
Tanque de lodo
56

Fig. 4