

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 481 447**

51 Int. Cl.:

**F01N 3/023** (2006.01)

**F01N 3/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2008 E 08021588 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.06.2014 EP 2078834**

54 Título: **Método y sistema para la purificación del gas de escape de motores diesel**

30 Prioridad:

**10.01.2008 DK 200800039**

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

**30.07.2014**

73 Titular/es:

**HALDOR TOPSOE A/S (100.0%)  
NYMOLLEVEJ 55  
2800 KGS. LYNGBY, DK**

72 Inventor/es:

**NORSK, JESPER;  
JOHANSEN, KELD y  
GEKAS, IOANNIS**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 481 447 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**

Método y sistema para la purificación del gas de escape de motores diesel.

Campo de la invención

La invención se refiere a la purificación eficiente del gas de escape.

- 5 La invención se refiere específicamente a un método y a un sistema para la eliminación de óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hollín y restos de hidrocarburos del gas de escape de motores diesel.

La invención es especialmente útil para los vehículos impulsados por motores diesel, que frecuentemente arrancan con el motor frío, o en lugares donde varios motores diesel fríos arrancan durante un día.

Descripción de la técnica relacionada

- 10 Métodos para la purificación del gas de escape son conocidos en la técnica, también métodos que incluyen dispositivos que tienen en cuenta el calor necesario y creado.

La solicitud de patente norteamericana nº 2006/0096282 describe la purificación del gas de escape en un aparato con canales paralelos, en el que el gas de escape que entra fluye en cada segundo canal y el saliente en los otros canales. La corriente de gas entra en una cámara, donde es añadido calor mediante un quemador. El gas de escape es limpiado mediante catalizadores colocados en la última parte de los canales aguas arriba de la cámara y colocados en la primera parte de los canales aguas abajo de la cámara. En la parte vacía de los canales el calor es transferido entre el gas de escape sucio y el gas de escape purificado. De esta forma el rendimiento del aparato es ajustado por el quemador que consume combustible en su punto medio.

20 También la memoria de la patente US 20070059227 describe una purificación de gas de escape, en la que el gas de escape es pasado a través de un filtro de partículas diesel, un catalizador de oxidación y, posteriormente, a través de purificación de NO<sub>x</sub>. El gas que entra en la purificación de NO<sub>x</sub> intercambia calor con el gas que sale de la purificación de NO<sub>x</sub>, donde es desarrollado calor por combustión. De esta manera, algo de energía es guardada para la obtención de una temperatura correcta de la última de las tres etapas de la purificación.

25 El gas de escape del motor es purificado en un sistema que comprende un calentador, masa térmica y un intercambiador de calor enfriado por fluido, además de los catalizadores de purificación en el procedimiento de la patente norteamericana nº 6.347.511. Aguas arriba del sistema, el gas de escape pasa en parte o en su totalidad a través de un intercambiador de calor, donde el gas es enfriado o calentado, en este último caso debe aportarse energía al sistema.

30 Un filtro de partículas diesel purifica los gases de escape mediante un procedimiento descrito en el documento JP 2005299474. Parte del gas que abandona el filtro pasa a través de un espacio anular en torno a parte de la tubería de entrada al filtro. Por tanto, toda la corriente de entrada es calentada por la cantidad de calor que puede ser transferida a través de esa parte de la tubería de entrada.

35 Otro sistema de filtro de gas de escape está descrito en el documento US 2005/0098042. Esta corriente de gas de escape del motor puede ser total o parcialmente pasada a través de un intercambiador de calor aguas arriba de un filtro. El intercambiador de calor es típicamente un intercambiador de calor de aire/gas, con el gas en tubos implicando que la transferencia de calor depende del aire ambiente.

40 Algunos de los procesos de la técnica anterior necesitan suministro de energía adicional para obtener las temperaturas del catalizador o de la combustión de hollín correctas, algunos de los procesos recuperan el calor en cierto grado mediante transferencia a través de superficies de área limitada, y algunos procesos recuperan calor en intercambiadores, que crean una pérdida de presión del gas de escape relativamente alta.

La presente invención se refiere a un método de purificación y a un sistema que poseen alto grado de purificación del gas de escape y un alto grado de recuperación de calor durante todos los modos de operación del motor y simultáneamente la creación de sólo un mínimo de pérdida de presión en el gas de escape.

Sumario de la invención

- 45 La invención proporciona un método y un sistema para la purificación de un gas de escape de un motor de combustión que contiene monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos parcialmente quemados y hollín,

5 y comprende las etapas de oxidar el monóxido de carbono en el gas de escape en presencia de un catalizador de oxidación que retiene el hollín y las cantidades que quedan de hidrocarburos en el gas de escape oxidado en un filtro, la adición controlada de un agente reductor al gas desde el filtro y la reducción del óxido de nitrógeno y del dióxido de nitrógeno a nitrógeno en presencia de un catalizador de reducción selectiva, y la obtención de un gas de escape purificado. La invención comprende además las etapas de controlar una temperatura en el catalizador de oxidación dejando pasar al menos una parte del gas desde el motor a través de un primer lado de un intercambiador de calor y dejando pasar al menos una parte del gas de escape purificado a través de un segundo lado del intercambiador de calor y conducir la cantidad restante del gas desde el motor por medio de una derivación a través del primer lado del intercambiador de calor y conducir la cantidad restante del gas de escape purificado mediante una derivación a través del segundo lado del intercambiador de calor.

10 El intercambiador de calor comprende una carcasa, un cierto número de placas rectangulares instaladas en paralelo en la carcasa y una pluralidad de alambres entre las placas, estando los alambres firmemente apretados entre las placas, de modo que dos alambres adyacentes y las placas circundantes forman canales. Los alambres en cada segundo espacio entre las placas son colocados esencialmente en paralelo entre sí y en una forma de S, de modo que los canales conducen una corriente de gas desde una esquina de las placas a una esquina diametralmente opuesta. Los alambres en los espacios que quedan entre las placas están colocados de modo que los canales formen una configuración que sea una imagen especular de la configuración de los otros canales y las entradas de ambas corrientes estén posicionadas en el mismo lado de la carcasa, obteniéndose así un flujo de gas esencialmente en contra-corriente a través de los canales en los espacios adyacentes entre las placas.

20 La invención puede comprender la adición controlada de combustible al gas de escape efluente desde el primer lado del intercambiador de calor y/o la derivación a través del primer lado del intercambiador de calor y luego oxidar el combustible en la etapa de oxidación posterior.

#### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un dibujo esquemático que muestra los procesos químicos del sistema de la invención.

25 La figura 2 es un dibujo esquemático que muestra el sistema de la invención.

La figura 3 es un diagrama que muestra el sistema de acuerdo con una realización de la invención y los principios de control de esta realización.

La figura 4 es un diagrama que muestra el sistema de acuerdo con otra realización de la invención y los principios de control de esta realización.

30 La figura 5 es un dibujo que muestra una vista tridimensional de un intercambiador de calor de la invención.

La figura 6 es un dibujo que muestra una sección transversal de un intercambiador de calor de acuerdo con la invención.

La figura 7 es un dibujo que muestra otra sección transversal de un intercambiador de calor de la invención.

La figura 8 es un dibujo que muestra una vista tridimensional de derivaciones de la invención.

35 La figura 9 es un dibujo que muestra una sección transversal de derivaciones de la invención.

La figura 10 es un dibujo que muestra una vista tridimensional de las derivaciones instaladas en el intercambiador de calor de la invención.

#### Descripción detallada de la invención

40 Los motores diesel operan con un exceso de aire y sus gases de escape comprenden óxidos de nitrógeno, NO<sub>x</sub>, monóxido de carbono, CO, hollín e hidrocarburos parcialmente quemados, todos los cuales implican riesgo para la salud.

45 Estas impurezas tienen que ser eliminadas, y en la presente invención se ha elegido oxidar el CO posteriormente para atrapar el hollín y los hidrocarburos parcialmente quemados en un filtro, y, finalmente, reducir catalíticamente los óxidos de nitrógeno a nitrógeno libre. Estas reacciones tienen lugar de forma óptima, cuando el gas de escape y el sistema son calentados hasta 300-400° C.

La invención proporciona un método y un aparato que acortan el tiempo desde el arranque de un motor frío y hasta que son alcanzadas las temperaturas requeridas. Esto se consigue mediante la instalación de un intercambiador de

calor alimentación/efluente a través del sistema de purificación. El intercambiador de calor está equipado con una derivación, tanto en el lado de alimentación como en el lado del efluente y con al menos un deflector en cada derivación.

La invención está descrita adicionalmente mediante los dibujos.

5 La parte del sistema de la invención en la que tiene lugar la purificación se muestra en la Figura 1.

La corriente de gas de escape 1 de un motor fluye a un catalizador de oxidación diesel, DOC 2, donde el CO es oxidado formándose CO<sub>2</sub>, que al menos no es perjudicial para la salud. También el NO es oxidado formándose NO<sub>2</sub> en el DOC. Estas reacciones se realizan de manera óptima a 300-350° C. Para mantener esta temperatura en todas las condiciones puede ser inyectado combustible 3 aguas arriba del catalizador 2 y ser quemado catalíticamente con  
10 formación de calor. Esta combustión catalítica es posible a alrededor de 200° C y por encima de esta temperatura. Normalmente, el gas está a 350° C cuando abandona el DOC 2 en la corriente 4.

El hollín y los hidrocarburos parcialmente quemados en forma de partículas en la corriente 4 son atrapados en un filtro de partículas diesel, DPF 5. El filtro puede estar recubierto con una capa de un material catalítico que oxida, es decir, quema el hollín a 350° C o por encima de esta temperatura. El filtro 5 es por tanto autoregenerativo, y cuando  
15 el motor está funcionando en un modo estable, el gas de escape abandona el filtro a 350° C. Como el DPF 5 está instalado aguas abajo del DOC, donde se forma NO<sub>2</sub>, y como el NO<sub>2</sub> es un oxidante, el NO<sub>2</sub> del DOC hace que el DPF se autoregenere a temperaturas de 250-350° C dependientes del contenido de NO<sub>2</sub>.

El gas oxidado y filtrado 6 todavía contiene NO<sub>x</sub>, que es reducido catalíticamente de forma selectiva (SCR) por amoníaco en presencia de un catalizador SCR 8. Más frecuentemente el amoníaco se añade como una solución acuosa de urea 7, que es descompuesta térmicamente, y que es más fácil de almacenar que el amoníaco en un compartimiento del vehículo. Esta descomposición de la urea tiene lugar a 180-200° C y por encima de esta temperatura. Alternativamente, se puede utilizar formiato de amonio como agente reductor. La reducción de NO<sub>x</sub> se lleva a cabo de manera óptima a 350° C y el gas de escape purificado 9 sale del catalizador SCR a 350° C.

20 Cuando es arrancado un motor diesel frío y el sistema de purificación de gas de escape está también frío, el sistema mostrado en la Figura 1 está a aproximadamente 180° C, como se muestra en la Tabla 1.

En este caso típico de operación a baja temperatura se tiene la siguiente situación:

El DOC 2 tiene una temperatura demasiado baja para iniciar la combustión de combustible para elevar la temperatura. La temperatura del DPF 5 es demasiado baja para quemar el hollín que se acumula en el filtro, y se produce una caída de presión. Cuanto mayor sea la caída de presión, mayor es la penalización de combustible, es decir, la necesidad de combustible adicional que experimenta el motor diesel. Si la caída de presión alcanza niveles elevados, el sistema tiene que ser forzado a ser regenerado mediante el aumento de la temperatura de todo el sistema de escape. Esto puede hacerse en este caso cambiando los parámetros de funcionamiento para el motor. Una temperatura baja en la corriente 6 impide la conversión total de la urea en amoníaco, lo que es necesario para que el catalizador SCR 8 elimine el NO<sub>x</sub>. Esto crea el riesgo de formación de depósitos en las tuberías de escape y altos niveles de amoníaco no reaccionado, y, aún más, el catalizador SCR 8 no es muy eficiente en la eliminación de NO<sub>x</sub> a bajas temperaturas.

Todavía con referencia a la figura 1, después del arranque del motor cuando el DOC 2 es calentado a 250° C por el gas de escape 1 que abandona el motor, la reacción exotérmica con el combustible se puede iniciar en el DOC 2, y el calor formado eleva la temperatura del gas de escape. En el DPF 5 el nivel de temperatura es entonces suficiente para quemar el hollín a la misma velocidad con la que es depositado sobre el filtro. La regeneración pasiva constante es un elemento clave de la invención. De esta forma el filtro no acumula nada de hollín, lo que tiene como resultado una caída de presión constantemente baja para el sistema de purificación del motor diesel, y ya no hay necesidad para la regeneración forzada del hollín. La temperatura de salida del DPF 5 es de 350° C, que es una buena temperatura para convertir la urea en amoníaco para el catalizador SCR 8 sin riesgo de depósitos en las tuberías. Se obtiene la temperatura de funcionamiento óptima para el catalizador SCR 8, y con esto se consigue una  
45 conversión de NO<sub>x</sub> excelente con sólo un amoníaco no reaccionado limitado.

Las temperaturas obtenidas con un motor caliente se muestran en la Tabla 1.

Hasta que se alcanzan las temperaturas anteriores el gas de escape venenoso no tratado es enviado a la atmósfera.

Tabla 1

Corriente nº	1	4	6	9
Motor frío	180° C	180° C	180° C	180° C
Motor caliente	250° C	350° C	350° C	350° C

La invención proporciona un método y un aparato que reducen el tiempo desde el arranque de un motor frío y hasta que se obtienen los 250° C para el catalizador DOC, y que mantienen la temperatura del DOC a o por encima de 250° C con sólo una adición limitada o incluso sin adición de combustible aguas arriba del DOC. Esto se consigue mediante la instalación de un intercambiador de calor alimentación/efluente a través del sistema de purificación, que se muestra en la figura 2. El gas de escape 1 entra en un intercambiador de calor de alimentación/efluente 10. Cuando un motor caliente está funcionando con el sistema de purificación de gas de escape caliente, el calor en la corriente de 9 creado por el sistema de purificación, es utilizado para calentar el gas de escape de alimentación 1 en el intercambiador de calor alimentación/efluente 10. La corriente de gas de escape 11 es calentada por este a 320° C, lo que disminuye la necesidad de añadir combustible aguas arriba del DOC 2 para alcanzar las temperaturas de reacción óptimas. El gas de escape purificado 9 fluye a 350° C hasta el otro lado del intercambiador de calor 10, desde donde la corriente de gas 12 sale a 230° C. Estas temperaturas se muestran en la Tabla 2.

El requisito para un rendimiento optimizado del sistema con un costo adicional de combustible limitado es incluir en la configuración un intercambiador de calor de flujo en contracorriente de alta eficiencia. El intercambiador de calor necesita tener una alta eficiencia de calor para recuperar la mayor parte del calor de los gases efluentes. Al mismo tiempo, el intercambiador de calor sólo debe crear un mínimo de caída de presión. Mediante esto, se obtiene rápidamente una limpieza del gas de escape eficiente, óptima.

Tabla 2

Corriente nº	1	11	4	6	9	12
Sistema con intercambiador de calor	200° C	320° C	350° C	350° C	350° C	230° C

Para optimizar aún más el funcionamiento total del sistema y minimizar la caída de presión innecesaria sobre el intercambiador de calor, el intercambiador de calor está equipado con derivaciones, tanto en el lado de alimentación como en el lado del efluente. El intercambiador de calor puede entonces ser eludido cuando no es necesario para el funcionamiento del sistema. El diseño preferido del sistema se muestra en la figura 3. En el lado del efluente del motor del intercambiador de calor está instalada una derivación 14, equipada con un deflector 15 y en el lado del efluente purificado, caliente está instalada una derivación 16 equipada con un deflector 17.

La posición de los deflectores es controlada por la temperatura del gas efluente del motor y la temperatura del gas de escape aguas arriba del catalizador DOC.

La temperatura del gas de escape 4 a la salida del DOC es medida y la señal es utilizada para el control automático de la adición de combustible 3 para la oxidación, cuando esto es posible y necesario.

De manera similar, es medida la temperatura del gas de escape 6 a la entrada del catalizador SCR. La señal de temperatura es utilizada para controlar que la solución de urea 7 no sea inyectada cuando la temperatura sea demasiado baja.

Otra realización de la invención se muestra en la figura 4. En este proceso de purificación, el gas de escape 4 fluye desde el DOC al SCR y, posteriormente, al DPF. Esto tiene la ventaja de que la razón NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> es más fácil de controlar. El DPF de esta forma de realización debe funcionar a una temperatura más alta.

Cuando no se necesita el intercambiador de calor, es eludido y se evita la caída innecesaria de la presión.

Cuando la temperatura de escape a la salida del motor está por encima de 350° C, no hay necesidad de añadir más calor al sistema, puesto que los catalizadores ya operan de forma óptima. La inyección de combustible es detenida y el intercambiador de calor es eludido en ambos lados, evitando la caída de presión que si no se crearía en el intercambiador de calor.

- 5 Cuando la temperatura del DOC es demasiado baja (por debajo de aproximadamente 200° C dependiendo de la composición), el DOC no puede quemar el combustible diesel. El combustible diesel no puede, por tanto, ser añadido antes de que el DOC alcance su llamada temperatura de cebado. Puesto que no se crea calor durante tal caso, el intercambiador de calor debe ser eludido por ambos lados, teniendo la ventaja adicional de que el calor de escape va directamente al DOC para alcanzar la temperatura de cebado lo más rápidamente posible. Cuando el
- 10 DOC alcanza la temperatura de cebado, se puede agregar el combustible diesel y el intercambiador de calor debería ser mantenido en operación mediante el cierre de ambos deflectores de derivación.

Ahora, una parte sustancial del calor para el catalizador DOC y para el resto del sistema de purificación es tomado del intercambiador de calor por recuperación de calor del calor en la corriente efluente de purificación 9, en lugar de que el combustible reaccione en el catalizador DOC. Este intercambio de calor reduce el consumo de combustible.

- 15 Más tarde, cuando la temperatura de escape a la salida del motor está por encima de 350° C, entonces no hay necesidad de añadir más calor al sistema, puesto que los catalizadores ya operan de forma óptima. La inyección diesel se detiene y el intercambiador de calor es eludido.

Por tanto, para controlar la elusión del intercambiador de calor, puede utilizarse el siguiente algoritmo simple:

Temperatura a la entrada del DOC < temperatura de cebado: deflectores de derivación abiertos,

- 20 Temperatura a la entrada del DOC ≥ temperatura de cebado: deflectores de derivación cerrados,

Temperatura de escape del motor < 350° C: deflectores de derivación cerrados.

Temperatura de escape del motor ≥ 350° C: deflectores de derivación abiertos.

- 25 Los requisitos para el diseño de este intercambiador de calor alimentación/ efluente son auto contradictorios. El intercambiador de calor debe ser eficiente, es decir, se debe obtener una muy buena transferencia de calor, pero el intercambiador de calor debe ser lo más pequeño posible, y, por otro lado, la caída de presión creada en el intercambiador de calor debe ser muy baja.

- 30 Tales requisitos se consiguen con el intercambiador de calor de la invención. La figura 5 muestra el intercambiador de calor con la carcasa 21 y, cuando el gas de escape 1, que es alimentado a la purificación, fluye dentro del intercambiador de calor y lo abandona calentado como corriente 11, mientras que la corriente purificada 9 es enfriada en el intercambiador de calor y abandona el sistema completo como corriente 12.

La figura 6 ilustra que el intercambiador de calor comprende un cierto número de placas 20 finas, metálicas instaladas en paralelo, que se mantienen separadas una de otra mediante una pluralidad de alambres metálicos. Cuando las placas son rectangulares, la carcasa tiene la forma de una caja.

- 35 La figura 7 muestra los alambres 25, que son más gruesos que las placas. Los alambres están dispuestos en paralelo entre sí y cada uno forma una S. Cuando los alambres son apretados entre dos placas, los alambres y las placas forman una pluralidad de canales 26. En cada segunda capa, los canales tienen forma de S, y en las otras capas la configuración de los canales forma una imagen especular de una S. En la parte recta de los canales 26, el flujo de alimentación y el flujo del efluente a cada lado de una placa van en contra corriente haciendo muy eficiente al intercambiador de calor.

- 40 La figura 8 muestra una caja 28 que contiene los pasajes de flujo para las dos corrientes de derivación, la corriente de alimentación de purificación 1 y la corriente de efluente de purificación 9 entran en la caja de derivación desde el mismo lado y salen como corrientes 11 y 12, respectivamente.

- 45 La figura 9 ilustra los canales de derivación vistos desde arriba, desde donde se ve cómo fluyen las corrientes. Para controlar la cantidad de gas que fluye en los canales de derivación, uno o más deflectores están instalados en cada canal. En la figura 9 se muestra un deflector en cada canal, el deflector 15 está instalado en la derivación 14 y el deflector 17 está instalado en la derivación 16, los cuales controlan las cantidades de gas que eluden el intercambiador de calor por ambos lados.

La caja es alargada, y las dos entradas están situadas en un lado largo y las dos salidas están situadas en el lado opuesto.

5 En la caja, los dos canales están separados entre sí por una placa que va de un extremo al otro. En una caja, donde las corrientes entran y salen horizontalmente, los canales están separados en los extremos por una parte vertical de la placa. La placa entera está girada 180°, así por ejemplo, en el centro de la caja la placa es horizontal. De esta forma, las entradas y salidas de las derivaciones están situadas justo al lado de las entradas y salidas correspondientes del intercambiador de calor.

10 La figura 10 ilustra cómo están contruidos los canales de derivación en el intercambiador de calor, lo que ahorra mucho espacio. La caja de derivación 28 está instalada en la parte superior de la carcasa 21 del intercambiador. La corriente 9 fluye en un cono de entrada común al intercambiador de calor y a la derivación, de manera similar en la figura 10 se ve que también la corriente 1 fluye dentro y las corrientes 11 y 12 fluyen fuera de los conos de entrada y salida comunes, respectivamente.

En otra realización de la invención, la superficie del lado de alimentación del intercambiador de calor está cubierta por una capa de DOC. Esto permite un calentamiento incluso más rápido del sistema de purificación.

15 En aún otra realización, el filtro de partículas diesel está al menos parcialmente cubierto por una capa de catalizador SCR, y se evita un dispositivo separado para el SCR.

En aún otra realización, el SCR de NO<sub>x</sub> está instalado aguas arriba del DPF.

En aún otra realización de la invención, puede ser instalado un catalizador de amoníaco no reaccionado, ya sea como un catalizador separado aguas abajo del catalizador SCR o como una parte aguas abajo del catalizador SCR.

20 El método y el sistema de la invención son útiles para la purificación de gases de escape de motores diesel, especialmente de motores que con frecuencia arrancan con un motor frío.

### Ejemplo

A continuación se describe una realización de la invención. Es útil para la limpieza de 500 kg/h de gas de escape de un motor diesel.

25 El sistema comprende un DOC con inyección de combustible aguas arriba, un DPF, un SCR con de inyección de solución de urea aguas arriba, un intercambiador de calor alimentación/efluente para esta sección de purificación, un canal de derivación en el lado de alimentación y en el lado del efluente del intercambiador de calor y deflectores en cada canal de derivación. Este sistema se muestra en la figura 3.

30 El tamaño del tubo de gas de escape es de 4" (100 mm), que está ampliado a 10" - 12" (250 mm - 300 mm) donde están instalados el DOC, el DPF y el catalizador SCR.

35 El intercambiador de calor, que está instalado alrededor del sistema de purificación de una furgoneta grande con un motor de 12 1 consiste en 200 placas, cada una con dimensiones 200 x 800 mm y 0,2 mm de espesor. Entre las placas están instalados alambres de 1 mm de espesor en forma de S como se muestra en la figura 7, el espacio entre dos alambres es de 19 mm. Este intercambiador de calor tiene por lo tanto aproximadamente el tamaño 200 x 800 x 240 mm, y las placas y alambres están adecuadamente hechos de acero inoxidable al cromo 409.

En la parte superior de este intercambiador de calor, la caja de las derivaciones está instalada como se muestra en la figura 10. La caja de derivaciones es de 120 mm de alto, mientras que la longitud y la anchura son los mismos que para el intercambiador de calor.

### Resultados de ensayos

40 Se realizaron ensayos con el gas de escape de un motor diesel 12 1 de una furgoneta grande.

El gas de escape fue pasado a través de un lado de un intercambiador de calor, se añadió posteriormente combustible antes de la oxidación sobre un DOC, y el gas de escape oxidado fue enfriado en el otro lado del intercambiador de calor, calentando de este modo el gas desde el motor hasta el DOC. El intercambiador de calor estaba equipado con una derivación en cada lado.

## ES 2 481 447 T3

El intercambiador de calor y la tubería alrededor de él fueron aislados, sin embargo, con una capa de aislamiento más delgada que la capa que será utilizada en un vehículo.

5 Los resultados del ensayo se dan en la Tabla 3, donde  $\Delta P$  es la caída de presión sobre el lado frío del intercambiador de calor, T1, T2, T3 y T4 son temperaturas de entrada al lado frío del intercambiador de calor, de salida del lado frío del intercambiador de calor, de entrada al lado caliente del intercambiador de calor y de salida del lado caliente del intercambiador de calor, respectivamente; y donde "antes de DOC" significa la temperatura de entrada al DOC, "después de DOC" significa la temperatura a la salida del DOC y la posición HEX (modo de funcionamiento) se da como válvulas de derivación cerradas, C, o válvulas de derivación abiertas, O. Se ve claramente, que un calentador crea cierta caída de presión en comparación con el funcionamiento con la válvula de derivación abierta.

10 Los ensayos muestran que, incluso con el escape del motor muy frío, es decir, muy por debajo de donde el combustible puede ser oxidado catalíticamente y crear calor, el DOC actuará cuando esté instalado un calentador.

15 Especialmente, la ejecución del ensayo a las 14:56 muestra que con gas de escape del motor a 171° C y con el calentador en línea se obtienen 348° C a la salida del DOC, que es la temperatura óptima para que un filtro de partículas diesel, que con mayor frecuencia sigue después de un DOC, queme las impurezas sólidas.

Esto contrasta con la ejecución del ensayo a las 15:04, donde el escape del motor está a 243° C, pero en el que el intercambiador de calor es eludido resultando una temperatura de salida del DOC de 272° C, donde ni hollín ni otros restos de hidrocarburos sólidos serían quemados en un filtro de partículas diesel posterior.

**TABLA 3**

Ensayo I Lund  
Scania 12 I  
Hex + HCinj + DOC

Hora	Posición HEX	ΔP mBar	T1 °C	T2 °C	T antes DOC °C	HC inj	T después DOC °C	T3 °C	T4 °C	RPM 1/min	Torque Nm	T2-T1 °C	T3-T4 °C	Transf. Calor(T 2- T1)/(T3- T4)	Eficienc. calentam T1)/(T3- T1) gas desde el motor	Eficienc. enfriam. (T3- T4)/(T3- T1) gas desde el DOC	ΔT DOC °C
14:25	C	152.00	365	335	324	+	402	337		1230	500	-30	31	-0.97	-10.00	10.33	76
14:30	C	152.00	366	336	325	+	401	369		1230	500	-30	30	-1.07	-32.00	30.00	72
14:35	C	152.00	367	335	327	+	399	368		1230	500	-32	59	0.37	0.35	0.94	80
14:40	C	131.00	298	320	315	+	395	361		1230	290	22	66	0.38	0.35	0.93	85
14:42	C	131.00	291	316	311	+	396	362		1230	290	25	86	0.70	0.52	0.74	93
14:44	C	120.00	244	304	301	+	394	360		1230	180	60	95	0.66	0.51	0.77	103
14:45	C	120.00	237	300	297	+	400	266		1230	180	63	121	0.86	0.58	0.68	109
14:49	C	107.00	185	289	291	+	400	242		1230	0	104	127	0.88	0.60	0.69	110
14:50	C	106.00	175	284	288	+	398	231		1230	0	109	135	0.83	0.58	0.70	115
14:51	C	104.00	167	279	284	+	399	225		1230	0	112	125	0.56	0.48	0.86	107
14:52	C	113.00	211	281	283	+	390	231		1230	180	70	82	-0.67	-0.57	0.85	76
14:56	C	117.00	226	171	272	+	348	241		1230	180	-55	79	0.52	0.45	0.86	78
14:57	C	117.00	228	269	271	+	349	241		1230	180	41	9	-1.44	4.33	-3.00	45
15:04	O	6.80	243	230	227		272	240		1230	180	-13	21	-0.67	-0.28	0.42	102
15:05	O	6.70	252	238	237		339	281		1230	310	-14	17	-1.71	0.43	-0.25	-3
15:26	O	7.42	267	238	229		226	199		1230	450	-29	20	-1.25	0.51	-0.41	9
15:28	O	7.70	281	256	250	+	259	232		1230	450	-25	32	-0.56	-0.37	0.65	94
15:34	O	8.34	294	276	271	+	365	343		1230	430	-18	31	-0.32	-0.13	0.41	127
15:40	O	8.46	294	284	273	+	400	339		1230	430	-10	34	-0.24	-0.09	0.37	130
15:42	O	8.61	294	286	276	+	406	387		1230	430	-8	32	-0.22	-0.06	0.28	140
15:44	O	7.53	265	261	254	+	394	381		1230	310	-7	29	0.07	0.02	0.23	140
15:46	O	7.18	247	249	240	+	380	373		1230	270	2	39	-1.00	3.55	-3.55	73
15:50	O	18.00	460	421	414	+	487	449		1230	1000	-39	33	0.15	0.04	0.24	140
15:52	O	7.82	290	295	290	+	430	394		1230	270	5	27	0.22	0.04	0.20	143
15:55	O	7.18	259	265	258	+	399	397		1230	270	6	26	0.12	0.02	0.19	147
15:56	O	7.19	254	257	253	+	400	392		1230	270	3	129	0.41	0.36	0.88	166
15:57	C	129.00	274	327	303	+	469	420		1230	270	53	131	0.48	0.42	0.87	141
15:59	C	129.00	272	335	329	+	470	423		1230	270	63					

(continuación)  
 Ensayo I Lund  
 Scania 12 l  
 Hex + HCinj + DOC

Hora	Posición HEX	$\Delta P$ mBar	T1 °C	T2 °C	T antes DOC °C	HC inj	T después DOC °C	T3 °C	T4 °C	RPM 1/min	Torque Nm	T2-T1 °C	T3-T4 °C	Transf. Calor(T 2- T1)/(T3- T4)	Eficienc calentam .(T2- T1)/(T3- T1) gas desde el motor	Eficienc enfriam. (T3- T4)/(T3- T1) gas desde el DOC	$\Delta T$ DOC °C
16:01	C	129.00	273	326	325	+	431	394	289	1230	270	53	105	0.50	0.44	0.87	106
16:02	C	129.00	274	322	320	+	425	385	288	1230	270	48	97	0.49	0.43	0.87	105
16:04	C	129.00	272	309	308	+	350	335	280	1230	270	37	55	0.67	0.59	0.87	42
16:06	C	119.00	244	286	249	+	343	320	264	1230	150	42	58	0.75	0.55	0.74	94
16:07	C	116.00	233	273	272	+	341	314	251	1230	150	40	63	0.63	0.49	0.78	69
16:09	C	116.00	229	268	270	+	342	312	246	1230	150	39	66	0.59	0.47	0.80	72
16:10	C	115.00	229	265	267	+	340	313	242	1230	150	36	71	0.51	0.43	0.85	73

## REIVINDICACIONES

1. Sistema para la purificación de un gas de escape de un motor de combustión, comprendiendo el sistema en serie:

- un intercambiador de calor (10);
- medios para la adición de combustible (3);
- un catalizador de oxidación diesel (2);
- un filtro de partículas diesel (5);
- medios para la adición del agente reductor (7) y
- un catalizador de reducción selectiva (8);

y en el que el intercambiador de calor (10) tiene:

- un primer lado que comunica con el lado de entrada del catalizador de oxidación diesel (2) y que está equipado con una derivación (14) a través del primer lado del intercambiador de calor (10);
- un segundo lado que comunica con el lado de salida del catalizador de reducción selectiva (8) y que está equipado con una derivación (16) a través del segundo lado del intercambiador de calor;
- al menos un deflector (15) instalado en la derivación (14) a través del primer lado del intercambiador de calor (10) adaptado para controlar la cantidad de gas de escape que fluye a través del primer lado del intercambiador de calor (10); y
- al menos un deflector (17) instalado en la derivación (16) a través del segundo lado del intercambiador de calor (10) adaptado para controlar la cantidad de gas de escape que fluye a través del segundo lado del intercambiador de calor (10).

2. Sistema según la reivindicación 1, en el que la temperatura en el catalizador de oxidación (2) es controlada por medio del deflector (15) en la derivación a través del primer lado del intercambiador de calor (10) que deja pasar al menos una parte del gas proveniente del motor a través del primer lado del intercambiador de calor (10), y por medio del deflector (17) en la derivación a través del segundo lado del intercambiador de calor (10) que deja pasar al menos una parte del gas de escape purificado a través del segundo lado del intercambiador de calor (10).

3. Sistema según la reivindicación 1, en el que los medios para la adición del agente de reducción (7) y el catalizador de reducción selectiva (8) están instalados entre el catalizador de oxidación diesel (2) y el filtro de partículas diesel (5).

4. Sistema según la reivindicación 1, en el que al menos parte de la superficie del primer lado del intercambiador de calor (10) está recubierta con el catalizador de oxidación diesel.

5. Sistema según la reivindicación 1, en el que al menos parte de la superficie del filtro (5) está recubierta con un catalizador de oxidación.

6. Sistema según la reivindicación 1, en el que al menos parte de la superficie del filtro (5) está recubierta con un catalizador de reducción selectiva.

7. Sistema según la reivindicación 1, en el que el intercambiador de calor (10) comprende además:

- una carcasa (21);
- un cierto número de placas rectangulares (20) instaladas en paralelo en la carcasa (21);
- una pluralidad de alambres (25) entre las placas (20), estando los alambres (25) firmemente apretados entre las placas (20), de modo que dos alambres adyacentes y las placas circundantes forman canales (26);
- los alambres (25) en cada segundo espacio entre las placas (20) están colocados esencialmente en paralelo entre sí y en forma de S, de modo que los canales (26) conducen una corriente de gas desde una esquina de las placas (20) a una esquina diametralmente opuesta;
- los alambres (25) en los espacios que quedan entre las placas (20) están colocados de modo que los canales (26) forman una configuración que es una imagen especular de la configuración de los otros canales (26); y
- las entradas de ambas corrientes son posicionadas en el mismo lado de la carcasa (21), obteniéndose así un flujo de gas esencialmente contra-corriente a través de los canales (26) en los espacios adyacentes entre las placas (20).

8. Sistema según la reivindicación 7, en el que la carcasa (21) tiene forma de caja (28).

9. Sistema según las reivindicaciones anteriores, en el que:

- cada derivación (14, 16) forma un canal;
- los dos canales forman una caja (28);
- las entradas para las dos corrientes de derivación están dispuestas en un lado común;
- las salidas para las dos corrientes de derivación están dispuestas en un lado común; y
- cada una de las dos corrientes entra por un lado de la caja y la abandona por el lado opuesto de la caja (28).

10. Sistema según la reivindicación 9, en el que:

- la caja (28) es alargada;
- las entradas y salidas están colocadas en dos lados largos opuestos;
- los canales en la caja (28) están separados entre sí por una placa que se extiende desde un lado pequeño al otro lado pequeño opuesto; y
- la placa está girada 180° en torno a un eje en paralelo con el lado largo.

11. Sistema según las reivindicaciones anteriores, en el que

- la caja (28) con los canales de derivación está colocada en la carcasa (21) del intercambiador de calor;
- las entradas para la misma corriente del intercambiador de calor (10) y de la caja (28) de canales de derivación están dispuestas adyacentes entre sí; y
- las salidas para la misma corriente del intercambiador de calor (10) y de la caja (28) de canales de derivación están dispuestas adyacentes entre sí.

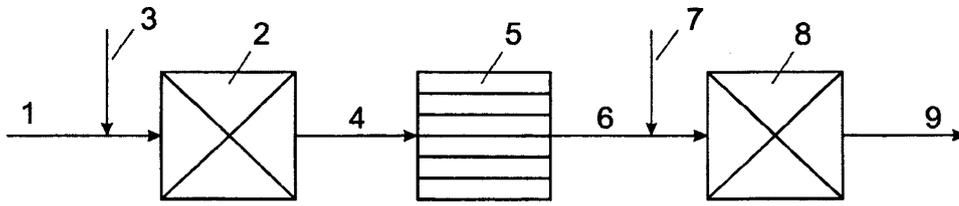


FIG 1

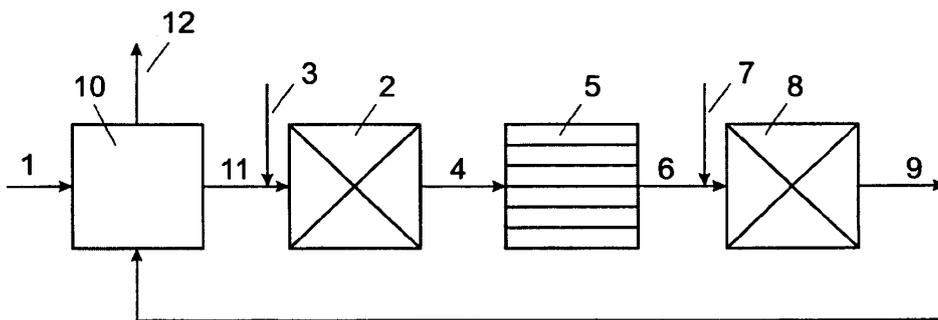


FIG 2



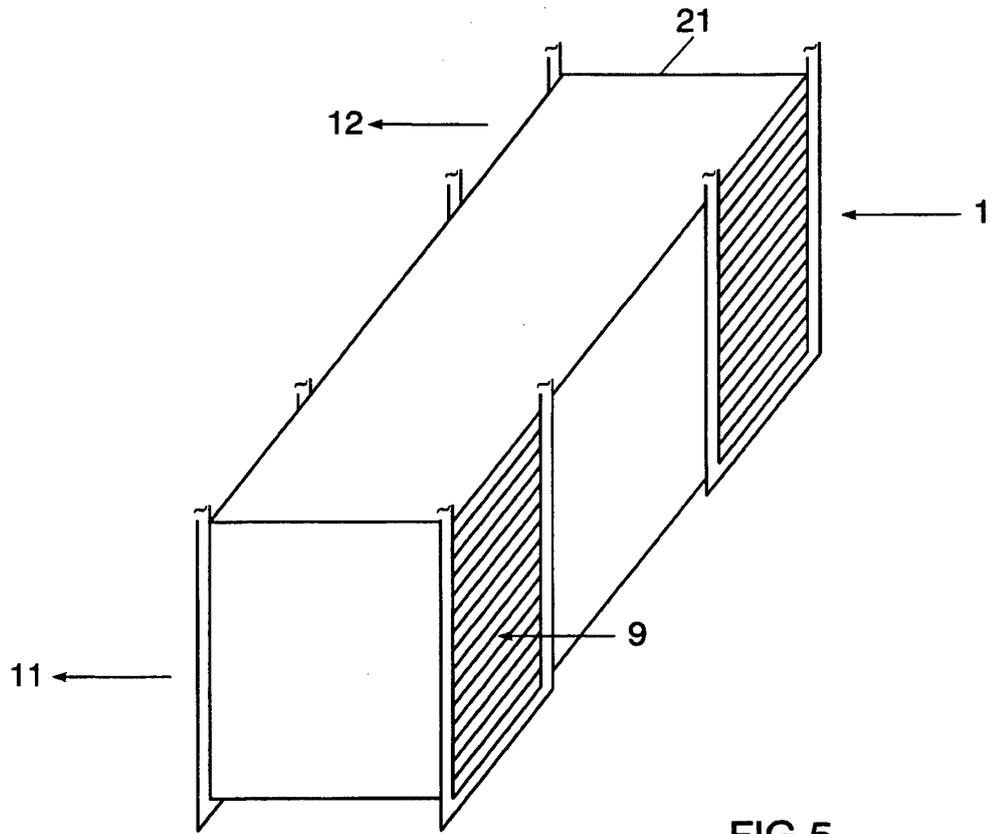


FIG 5

