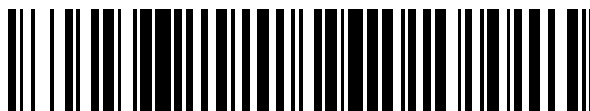


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 429 449**

51 Int. Cl.:

**F01N 3/20** (2006.01)  
**F01N 3/035** (2006.01)  
**F01N 3/021** (2006.01)  
**F01N 3/08** (2006.01)  
**F02D 13/04** (2006.01)  
**F02D 41/02** (2006.01)  
**F02D 41/30** (2006.01)  
**F02D 13/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2008 E 08877823 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2013 EP 2342433**

54 Título: **Procedimiento y aparato para el arranque en frío de un motor de combustión interna**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.11.2013**

73 Titular/es:

**VOLVO LASTVAGNAR AB (100.0%)  
405 08 Göteborg, SE**

72 Inventor/es:

**ANDERSSON, LENNART y  
BERTILSSON, BERT-INGE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 429 449 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento y aparato para el arranque en frío de un motor de combustión interna

5 Sector técnico

La presente invención se refiere a un procedimiento y aparato para el arranque en frío de un motor de combustión interna, de acuerdo con los preámbulos de las reivindicaciones independientes.

10 Antecedentes de la invención

Los vehículos equipados con motores diesel u otros motores con combustión de tipo pobre ofrecen la ventaja de un mayor ahorro de combustible, no obstante, es necesario el control de los óxidos de nitrógeno (NOx) de las emisiones de dichos motores debido al alto contenido de oxígeno de los gases de escape. A este respecto, los catalizadores de Reducción Catalítica Selectiva (SCR), en los que los NOx son eliminados de manera continuada por inyección activa de un reductor, tal como urea, en la mezcla de gases de escape que entra en el catalizador, se sabe que consiguen elevada eficiencia de conversión de NOx.

20 No obstante, los sistemas de tratamiento posterior de los gases de escape (EATS o EGAS) deben alcanzar una temperatura operativa específica antes de que se encuentren activos. Por lo tanto, una cantidad considerable de la cantidad total de contaminantes emitidos a la atmósfera durante un viaje es descargada en un periodo de tiempo muy limitado durante las condiciones de arranque en frío.

25 Para reducir la contaminación durante dichas condiciones de arranque, es deseable minimizar el tiempo requerido para que el sistema de post-tratamiento alcance su temperatura operativa. Convencionalmente, esto se consigue incrementando la carga en el motor durante la situación de arranque en frío. No obstante, una carga más elevada requiere más combustible, lo cual puede conducir a la generación incrementada de contaminación, lo cual es contrario a la deseada reducción de las emisiones.

30 El documento US 2006/0213187 da a conocer un sistema de reducción de NOx que comprende un absorbedor de NOx dispuesto en línea y más debajo de una comunicación de fluido con el motor. También comprende un catalizador de inducción catalítica selectivo dispuesto en línea y más abajo de la comunicación directa de fluido con el absorbedor de NOx, de manera que el catalizador es capaz de almacenar amoníaco. Existe también un reformador en paralelo ("off-line") dispuesto en comunicación selectiva con el absorbedor de NOx y más arriba del mismo, de manera que el reformador es capaz de producir un producto reformado que comprende básicamente hidrógeno y monóxido de carbono. No obstante, el documento US 2006/0213187 pone énfasis en la forma de almacenar NOx en un entorno caliente y rico en oxígeno, y no enfoca el problema ni sugiere solución para reducir las emisiones en el arranque en frío de un motor diesel.

40 Resumen de la invención

Un objetivo de la presente invención consiste, por lo tanto, en dar a conocer un procedimiento para el arranque en frío de un motor de combustión interna que reduce el consumo de combustible y que, al mismo tiempo, reduce la contaminación.

45 Este objetivo es conseguido por las características de las reivindicaciones independientes. Las otras reivindicaciones y la descripción dan a conocer realizaciones ventajosas de la invención.

50 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se da a conocer un procedimiento para conseguir emisiones reducidas en el arranque en frío de un motor de combustión interna que tiene un sistema de post-tratamiento de los gases de escape que comprende como mínimo, un Catalizador de Oxígeno para Diesel (DOC), como mínimo, un Filtro de Partículas para Diesel (DPF) y una unidad de Reducción Catalítica Selectiva (SCR). El procedimiento comprende las siguientes etapas: calentar el DOC antes del arranque en frío de dicho motor de combustión interna, poner en marcha y controlar el motor de combustión interna hacia un valor límite predeterminado de emisión de NOx cuando dicho DOC ha alcanzado una temperatura predeterminada, optimizando el consumo de combustible a un nivel total de emisiones predeterminado cuando dichos DPF y SCR han alcanzado una temperatura predeterminada.

60 En otra realización, a título de ejemplo, de la presente invención, dicho calentamiento de DOC antes de poner en marcha dicho motor de combustión interna, se lleva a cabo haciendo girar el motor de combustión interna con un dispositivo eléctrico, con el suministro de combustible a dicho motor de combustión interna desconectado y con una puesta a punto escogida del motor de combustión interna, de manera que el aire que procede del exterior a través de una válvula de salida de un cilindro tiene una temperatura mayor que el aire entrante a través de la válvula de admisión de dicho cilindro.

65 La ventaja de esta realización es que el calentamiento puede ser llevado a cabo por dispositivos incorporados en vehículos, por ejemplo, en vehículos híbridos. Los medios para hacer girar el motor pueden ser la fuente de potencia

eléctrica y la puesta a punto escogida para el motor de combustión interna puede consistir en la alteración de los tiempos de apertura y cierre de la válvula de escape.

5 En otra realización a título de ejemplo de la presente invención, dicho valor límite predeterminado de las emisiones de NOx se consiguen utilizando el principio de combustión HCCI.

Una ventaja de esta realización es que el motor puede funcionar a temperaturas relativamente bajas de los EATS y cumplir sin embargo, las exigencias de contaminación en vigor.

10 En otro ejemplo de realización de la presente invención, dicho valor límite predeterminado de la emisión de NOx se consigue utilizando, como mínimo, 50% EGR.

Una ventaja de esta realización es que la regulación de EGR puede ser utilizada para controlar la emisión de NOx al mismo tiempo que se utiliza para disminuir la temperatura de combustión en modalidad HCCI o modalidad PHCCI.

15 En otro ejemplo de realización de la presente invención, dicho calentamiento del DOC es llevado a cabo mientras el vehículo, en el que está montado dicho motor de combustión interna, se encuentra en movimiento.

20 Una ventaja con esta realización es que el calentamiento no es llevado a cabo necesariamente mientras el vehículo está parado y, por lo tanto, puede ahorrar tiempo al conductor.

Otra ventaja puede ser que el impulso del vehículo puede ser utilizado como otra fuente para proporcionar energía a los medios para el calentamiento del DOC.

25 Otro ejemplo de realización de la presente invención consiste en que dicho calentamiento del DOC es llevado a cabo mientras el vehículo, en el que está montado el motor de combustión interna, se encuentra parado.

Una ventaja de esta realización es que el calentamiento no depende de las condiciones de conducción del vehículo.

30 En otro ejemplo de realización adicional de la presente invención, dicha puesta a punto es una puesta a punto de la válvula de escape para llevar a cabo el frenado por el escape.

Una ventaja de esta realización es que la tecnología existente puede ser utilizada para calentamiento de los EATS que no depende de las condiciones de conducción para el vehículo.

35 En otro ejemplo de realización adicional de la presente invención, comprende la fase adicional siguiente: disponer un retenedor de HC, un retenedor de NOx y un canal de derivación con una válvula entre dicho DOC y dicho DPF, cerrando dicha válvula de derivación hasta que dicho DOC ha alcanzado la temperatura predeterminada, abriendo dicha válvula de derivación cuando dicho DOC se encuentra por encima de dicha temperatura predeterminada, cerrando dicha válvula de derivación cuando un operador requiere un motor con un valor de NOx por encima del valor predeterminado cuando dicho SCR se encuentra por debajo de una temperatura predeterminada.

40 Una ventaja de esta realización es que la regulación de los gases de escape y, por lo tanto, la regulación de su temperatura se puede llevar a cabo en los EATS por sí misma en combinación con otra fuente de calentamiento o por sí misma.

45 En un segundo aspecto de la presente invención, se da a conocer un dispositivo para conseguir emisiones reducidas en el arranque en frío de un motor de combustión interna que tiene un sistema de post-tratamiento de gases de escape (EGAS) que comprende, como mínimo, un Catalizador de Oxígeno para Diesel (DOC, "Diesel Oxygen Catalyst"), como mínimo, un Filtro de Partículas para Diesel (DPF, "Diesel Particulate Filter") y una unidad de Reducción Catalítica Selectiva (SCR, "Selective Catalytic Reduction"). Dicho dispositivo que comprende además un retenedor de HC, un retenedor de NOx y un canal de derivación con una válvula dispuesta entre dicho DOC y dicho DPF.

50 Una ventaja de esta realización es que la regulación de la temperatura para diferentes unidades del EGAS se puede llevar a cabo en la propia unidad por sí misma.

En otro ejemplo de realización de la presente invención, dicho retenedor de HC y dicho retenedor de NOx están dispuestos en forma de unidades separadas.

60 Una ventaja de esta realización es que cada retenedor puede ser optimizado con independencia del otro.

En otro ejemplo de realización de la presente invención, dicho material retenedor de NOx está dotado como recubrimiento sobre dicho material del retenedor de HC.

65

Una ventaja de esta realización es que los retenedores pueden ser compactos y, por lo tanto, requieren poco espacio, lo que a su vez reduce las dimensiones generales del EGAS.

5 En un tercer aspecto de la presente invención se da a conocer un dispositivo para conseguir emisiones reducidas en el arranque en frío de un motor de combustión interna que tiene un sistema de post-tratamiento de los gases de escape que comprende, como mínimo, un Catalizador de Oxígeno para Diesel (DOC, "Diesel Oxygen Catalyst"), como mínimo, un Filtro de Partículas para Diesel (DPF, "Diesel Particulate Filter") y una unidad de Reducción Catalítica Selectiva (SCR, "Selective Catalytic Reduction"), que comprende además: medios para calentar el DOC antes del arranque en frío de dicho motor de combustión interna, medios para el arranque y el control del motor de 10 combustión interna hacia un valor límite predeterminado de emisión de NOx cuando dicho DOC ha alcanzado una temperatura predeterminada, medios para optimizar el consumo del combustible a una emisión total predeterminada cuando dichos DPF y SCR han alcanzado una temperatura predeterminada.

15 En otro ejemplo de realización de la presente invención, dichos medios para el calentamiento de dicho DOC antes del arranque de dicho motor de combustión interna es un dispositivo eléctrico para hacer girar el motor de combustión interna con el suministro de combustible a dicho motor de combustión interna cerrado y con una puesta a punto determinada de dicho motor de combustión interna, de manera que el aire que sale de la válvula de escape de un cilindro tiene una temperatura más elevada que el aire entrante a través de la válvula de admisión de dicho cilindro.

20 La ventaja de esta realización es que el calentamiento puede ser llevado a cabo solamente por dispositivos incorporados, por ejemplo, en vehículos híbridos, los medios para hacer girar el motor pueden ser la fuente de potencia eléctrica y la puesta a punto escogida para el motor de combustión interna puede ser la alteración de los tiempos de cierre y apertura de la válvula de escape.

25 En otra realización a título de ejemplo de la presente invención, dicho dispositivo comprende, además, entre dichos DOC y DPF, un retenedor de HC, un retenedor de NOx y un canal de derivación con una válvula, medios para cerrar dicha válvula de derivación hasta que dicho DOC ha alcanzado dicha temperatura predeterminada, medios para abrir dicha válvula de derivación cuando dicho DOC se encuentra en dicha temperatura predeterminada y por encima de la misma, medios para cerrar dicha válvula de derivación cuando el operador requiere un motor con un valor de NOx por encima del valor predeterminado cuando dicho SCR se encuentra por debajo de una temperatura predeterminada.

30 Una ventaja de esta realización es que la temperatura del EGAS puede ser controlada por válvula en el EGAS y la puesta a punto de la válvula de escape, con independencia uno de otro, para conseguir la temperatura deseada de la manera más eficiente.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 La presente invención, junto con los objetivos y ventajas antes mencionados y otros, se comprenderá mejor a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones, pero sin restricción a las mismas, habiéndose mostrado esquemáticamente:

45 La figura 1 muestra esquemáticamente un diagrama de flujo del procedimiento para arranque en frío de un motor de combustión interna, de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 muestra una realización a título de ejemplo de un sistema de post-tratamiento de gases de escape, de acuerdo con la presente invención.

50 En los dibujos, iguales o similares elementos están indicados mediante iguales numerales de referencia. Los dibujos tienen carácter meramente representativo esquemático no destinado a indicar parámetros específicos de la invención.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES PREFERENTES

55 La figura 1 muestra esquemáticamente un diagrama de flujo del procedimiento para poner en marcha en frío un motor de combustión interna, de acuerdo con la presente invención.

60 El procedimiento de la invención conseguirá emisiones reducidas en el arranque en frío de un motor de combustión interna que tiene un sistema de post-tratamiento de los gases de escape que comprende, como mínimo, un Catalizador de Oxígeno para Diesel (DOC, "Diesel Oxygen Catalyst"), como mínimo, un Filtro de Partículas para Diesel (DPF, "Diesel Particulate Filter") y una unidad de Reducción Catalítica Selectiva (SCR, "Selective Catalytic Reduction").

65 En una primera etapa 110, se lleva a cabo el calentamiento del DOC antes del arranque en frío de dicho motor de combustión interna.

5 Dicho calentamiento de dicho DOC antes del arranque en frío de dicho motor de combustión interna se puede llevar a cabo haciendo girar el motor de combustión interna con un dispositivo eléctrico con el suministro de combustible a dicho motor de combustión interna cerrado y con una puesta a punto escogida del motor de combustión interna, de manera que el aire que sale de la válvula de escape de un cilindro tiene mayor temperatura que el aire entrante a través de la válvula de admisión de dicho cilindro.

10 Dicha puesta a punto mencionada anteriormente del motor de combustión interna puede ser una puesta a punto de la válvula de escape para llevar a cabo una apertura anticipada con respecto a una conducción normal, parecido al frenado del motor que en diferentes realizaciones a título de ejemplo se describen en detalle entre otros en los documentos WO9425740; WO9629508; 9722789.

15 Dicho calentamiento de dicho DOC puede ser llevado a cabo mientras el vehículo en el que está dispuesto dicho motor de combustión interna está desplazándose o se encuentra parado.

20 El dispositivo eléctrico que hace girar el motor sin producir su arranque puede ser un motor eléctrico, tal como los utilizados en los vehículos híbridos. Dicho motor eléctrico en un vehículo híbrido puede ser capaz de hacer girar el motor mientras el vehículo está parado y también mientras el vehículo está desplazándose en dirección hacia delante o hacia atrás. Otro ejemplo de motor eléctrico puede ser el motor de arranque con una capacidad algo mayor que un motor de arranque normal que se utiliza solamente para arrancar el motor. Este motor de arranque es capaz de hacer girar el motor durante un periodo prolongado de tiempo, no obstante, la capacidad no es comparable a la del motor eléctrico del vehículo híbrido, que es capaz también de facilitar potencia para desplazar el vehículo. Este motor de arranque con capacidad algo más elevada que un motor de arranque normal puede hacer girar el motor mientras el vehículo se encuentra parado hasta haber alcanzado la temperatura DOC de un valor predeterminado.

30 Otras características que se pueden combinar con la etapa antes mencionada de hacer girar el motor sin suministro de combustible junto con freno del escape son: cierre VGT (Turbina de Geometría Variable ("Variable Geometry Turbine")), es decir, aumentar la contrapresión en el sistema de escape; abrir la válvula EGR (Recirculación de Gases de Escape ("Exhaust Gas Recirculation")). El punto óptimo de apertura de la válvula EGR depende del tipo de motor y es una función de F (presión de los gases de escape, densidad del aire, temperatura ambiente, potencia eléctrica, etc.). Otro medio para incrementar la temperatura puede consistir en disponer un estrangulador en el lado de admisión del motor, que se puede regular durante la fase de calentamiento de los EGAS. El calentamiento eléctrico del aire de admisión y/o de los gases de escape y/o del DOC pueden ser utilizados también, así como el calentamiento del DOC con una célula de combustible o un quemador, utilizando el mismo combustible utilizado en el motor IC.

40 En una segunda etapa 120, se lleva a cabo el arranque y control del motor de combustión interna hacia un límite predeterminado de emisiones de NOx cuando dicho DOC ha alcanzado una temperatura predeterminada. La reacción catalítica puede empezar en el DOC 120 aproximadamente a 200°C y puede tener una temperatura de reacción catalítica máxima aproximada de 300-400°C. Por lo tanto, dicha temperatura predeterminada del DOC se puede ajustar a una temperatura en dicho intervalo de 200-400°C. La medición se puede realizar de acuerdo con una práctica bien conocida en la técnica y siempre que la temperatura se encuentre por debajo de la temperatura predeterminada se continúa dicho calentamiento y se retrasa el arranque del motor IC.

50 Una modalidad de combustión que se puede utilizar a efectos de alcanzar el valor límite predeterminado de emisiones de NOx es HCCL (ignición por compresión de carga homogénea) o PHCCL (ignición por compresión de carga homogénea parcial). La diferencia entre HCCL y PHCCL es el procedimiento para mezclar el combustible y el aire antes de la combustión. Dado que el DPF y/o el SCR no están funcionando en su rango de temperatura, el motor debe ser conducido en una modalidad en la que se mantenga en un mínimo la contaminación por NOx y por partículas. El grado de EGR en PHCCL puede ser de 50-70%. En este elevado contenido de EGR, el punto de ignición es retrasado, lo que significa que el combustible tendrá más tiempo de mezclarse con el aire. El elevado contenido de EGR, junto con un punto de inyección adecuado del combustible, puede hacer la temperatura de combustión tan baja que el NOx y el hollín se crean de manera muy lenta.

60 En una tercera etapa 130, el motor funciona en una modalidad en la que el consumo de combustible se hace mínimo a un nivel de emisión total predeterminado cuando dichos DPF y SCR han alcanzado una temperatura predeterminada.

65 La temperatura predeterminada puede ser ajustada a la temperatura de trabajo del DPF, que está comprendida entre 200-700°C. Por debajo de 200°C no habrá transformación de las partículas de hollín en CO<sub>2</sub> y por encima de 700°C el envejecimiento del DPF queda afectado gravemente. La temperatura predeterminada para el SCR se puede ajustar al intervalo de temperatura para el DPF. Siempre que la temperatura se encuentre por debajo de la temperatura predeterminada del DPF y/o SCR, el motor funciona en modalidad HCCL o modalidad PHCCL y si el operador requiere carga, que no se puede conseguir en dichas modalidades, el motor eléctrico contribuirá a la

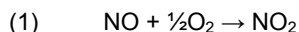
modalidad requerida.

El consumo de combustible optimizado tiene que tener en cuenta los niveles de emisiones regulados por ley cuando se conduce el motor en ciertas circunstancias.

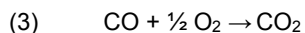
5 Otros medios para controlar la temperatura de los EATS puede ser el disponer un retenedor de HC, un retenedor de NOx y un canal de derivación con una válvula entre dicho DOC y dicho DPF, cerrando dicha válvula de derivación hasta que dicho DOC ha alcanzado dicha temperatura predeterminada, abriendo dicha válvula de derivación cuando dicho DOC se encuentra en dicha temperatura predeterminada y por encima de la misma, cerrando dicha válvula de derivación cuando el operador requiere un motor con un valor de NOx por encima del valor predeterminado cuando dicho SCR se encuentra por debajo de una temperatura predeterminada.

15 En la figura 2, se ha representado una realización a título de ejemplo, de un sistema de tratamiento de gases de escape (EATS) 100 de acuerdo con la presente invención. Dicho EATS está conectado mediante el fluido a un motor de combustión interna (no mostrado) por ejemplo, un motor diesel. Dicho EATS 100 comprende una admisión 112, un DOC 115, un retenedor HC 125, un retenedor NOx 135, un canal de derivación 145, un DPF 155, un inyector de reductor 165, un SCR 175, un catalizador de limpieza 185 y un escape 187.

20 El DOC 115 se encuentra en comunicación de fluido directa con el motor de combustión interno. El DOC 115 se encuentra en esta realización dispuesto más arriba del retenedor de HC 125, retenedor de NOx 135, DPF 155, SCR 175 y catalizador de limpieza 185. Las reacciones que tienen lugar en el DOC 120 pueden ser las siguientes:



25 La temperatura en el DOC depende, entre otros factores, del material del catalizador, contenido de HC, CO y O<sub>2</sub> caudal. Las reacciones catalíticas pueden empezar en el DOC 120 a unos 200°C y para la reacción (1) tienen una conversión catalítica máxima a una temperatura aproximada de 300-400°C. Después de alcanzar la temperatura de reacción máxima, la reacción puede disminuir, cuya disminución depende de la reacción de equilibrio, en la que la reacción inversa



depende en mayor medida de la temperatura que la ecuación (1).

40 El DOC 115 está constituido usualmente en forma de una estructura monolítica realizada a base de cordierita o de un metal. Dicha estructura monolítica puede estar dotada de un recubrimiento de un material catalítico en forma de un óxido metálico de base y un metal precioso, que puede ser platino y/o paladio.

45 El retenedor de HC puede estar realizado a base de zeolita que puede adsorber gran cantidad de HC. La zeolita puede tener una superficie con iones intercambiados en la que dichos iones sustituidos puede ser platino, cobre o hierro. Si la zeolita tiene platino, cobre o hierro en forma de iones en su superficie, una gran cantidad del HC se oxidará cuando se incrementa la temperatura. Si la zeolita no tiene una superficie con dichos iones, es decir, con iones metálicos oxidantes y no es oxidante por sí misma, una gran cantidad del HC adsorbido será desadsorbido cuando aumenta la temperatura. El grado de HC adsorbido y el grado de HC oxidado o desadsorbido depende de la temperatura y del material escogido.

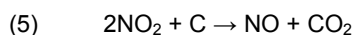
50 El retenedor de NOx puede estar realizado también a base de zeolita, que en este caso adsorbe o desadsorbe NOx. El retenedor de NOx puede consistir también en un óxido metálico, por ejemplo, óxido cerio y/u óxido de bario, cuyos óxidos pueden crear nitritos y nitratos que a temperaturas más elevadas se descompondrán entre otros en NOx. El retenedor de NOx adsorberá NOx por debajo de una temperatura predeterminada y desadsorberá NOx por encima de dicha temperatura predeterminada. El retenedor de NOx puede estar dotado de una cierta cantidad de platino en su superficie para incrementar la velocidad de creación de nitritos.

55 La válvula de derivación 145 será cerrada hasta que el DOC haya alcanzado una temperatura predeterminada, por ejemplo, 250°C. Dado que la válvula 145 está cerrada, se retiene HC en el retenedor de HC 125 y se retiene NOx en el retenedor de NOx 135. Cuando el DOC 115 ha alcanzado la temperatura predeterminada, dicha válvula 145 se abre y el HC se oxida en el DOC. Cuando la válvula se abre, los gases de escape calientes calentarán el DPF 155 y el SCR 175. Durante la fase de calentamiento del DPF y SCR, dicho motor funciona en modalidad de NOx bajo, por ejemplo, modalidad HCCI o PHCCI siempre que sea posible. Si el conductor requiere más potencia del motor que no puede ser suministrada sin aumentar el nivel de NOx sobre un límite predeterminado, dicha válvula de derivación será cerrada y el NOx será retenido en el retenedor de NOx 135 durante estas condiciones. Cuando el conductor requiere más adelante menos potencia que puede ser suministrada por el motor con un nivel de NOx por debajo de dicho límite, la válvula 145 es abierta nuevamente. Cuando dichos DPF y SCR están suficientemente calientes, de

acuerdo con lo que se ha descrito anteriormente, la modalidad de combustión del motor se cambia de HCCI o PHCCI a modalidad de combustión convencional para todas las demandas de potencia y la válvula de derivación se encontrará siempre abierta bajo estas circunstancias. En esta modalidad de combustión convencional, en la que el consumo de combustible se minimiza teniendo en cuenta las exigencias de emisiones de acuerdo con la ley, el retenedor de HC y el retenedor de NOx son calentados hasta una cierta temperatura en la que dichos HC y NOx retenidos pueden ser liberados. El HC será o bien quemado en el retenedor HC en su propia naturaleza o en el DPF (si el DPF está diseñado para proceder de este modo). El NOx procedente del retenedor de NOx será reducido en el SCR caliente.

Si el retenedor de NOx y el retenedor de HC incluyen platino y con un SCR que se encuentra en su rango de temperatura operativa, dicho retenedor de NOx puede ser utilizado para controlar el contenido de NO<sub>2</sub>/NOx. Si NO<sub>2</sub>/NOx es demasiado bajo después del DPF, se puede cerrar dicha válvula de derivación 145, de manera que se genera mayor cantidad de NO<sub>2</sub>. Esto mejorará a su vez la actividad del SCR y mejorará la combustión de HC en el DPF. No obstante, se tiene que asegurar el retenedor de NOx de manera que no se llene de NOx cuando el motor está parado.

La reacción que tiene lugar en el DPF 155 puede ser la siguiente:



La temperatura en el DPF 155 puede estar afectada por el grosor de la capa de hollín en el DPF 155 y puede ser baja del orden de 200°C pero pasa a ser eficaz por encima de 250°C. A temperaturas mayores de 700°C, el envejecimiento del DPF 155 como tal y los catalizadores dispuestos más abajo de dicho DPF 155 pueden verse afectados fuertemente.

El DPF 155 puede estar constituido a partir de formas porosas de cordierita o carburo de silicio o polvo metálico sinterizado. Dichas formas porosas pueden estar dotadas de un recubrimiento de material catalítico en forma de un óxido metálico base y un metal precioso que podría ser platino y/o paladio. En estos casos, tienen lugar las reacciones (1) a (5) en el DPF.

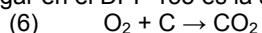
Si se retiene excesivo hollín en el DPF 155, que puede ser provocado por una temperatura demasiado baja y/o un contenido demasiado bajo de NOx/hollín del motor, se puede utilizar un generador del motor, se puede utilizar un generador de calor más arriba de dicho DPF 155 a efectos de calentar el DPF 155 a una temperatura de trabajo apropiada. Dicho generador de calor puede adoptar diferentes formas. En una primera realización a título de ejemplo, la temperatura en el DPF 155 puede ser elevada bajo demanda por la post-inyección de combustible diesel en uno o varios cilindros del motor de combustión interna y/o post-inyección de combustible diesel en el sistema de escape más arriba de dicho DOC 115. El calor es generado entonces por la oxidación del combustible en el DOC 115, tal como se ha mostrado por la ecuación 4.

La temperatura más baja en la que tiene lugar la reacción (4) depende de la composición catalítica y depende también, entre otros factores, del contenido de HC. Puede empezar a 200°C alcanzando la salida del DOC 115 una temperatura aproximada de 350°C y puede empezar a 280°C alcanzando una temperatura máxima de 600°C.

El material catalítico y/o la temperatura en el DOC 115 afectan la ecuación dominante de las dos ecuaciones (1) o (4). Se puede optimizar para la reacción N° (4) si el objetivo del DOC 115 es incrementar la temperatura de los gases de escape y se puede optimizar para la reacción número (1) si el objetivo del DOC 115 es el de producir NO<sub>2</sub>.

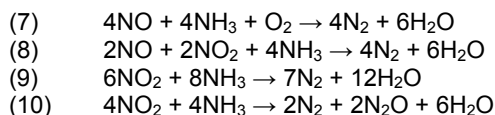
Otro ejemplo de generadores de calor puede ser un catalizador calentado eléctricamente.

Otra reacción que tiene lugar en el DPF 155 es la siguiente:



La temperatura cuando la reacción (6) es suficientemente rápida tiene lugar por encima de 550°C, que se puede disminuir algo si el filtro está dotado de un recubrimiento con un catalizador o si se añade combustible con el catalizador a unos 450°C. La temperatura más baja puede requerir la adición de material catalizador al combustible, que a su vez es adsorbido por las partículas de hollín.

El SCR 175 está dispuesto, en esta realización, más abajo de dicho DPF 155. Las reacciones que pueden tener lugar en el SCR 175 pueden ser las siguientes:



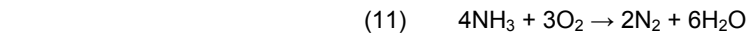
Dado que la reacción número (8) es la reacción más rápida de las reacciones (7)-(10) y para evitar la reacción

número (10), es deseable mantener la proporción de NO/NO<sub>2</sub> aproximadamente 50:50.

5 La reacción número (8) puede ser efectiva en un rango de temperatura del SCR 175 desde unos 200°C y superior, empezando la reacción no obstante, a temperaturas mucho más bajas, pero cuanto menor es la temperatura, más lenta es la reacción. La temperatura inicial para la reacción número (7) en el SCR 175 puede ser de unos 250°C. Los puntos iniciales y rangos de temperaturas están algo afectados por la elección del material catalítico en el SCR 175.

10 El SCR 175 puede estar constituido en forma de una estructura monolítica realizada en cordierita o un metal. Dicha estructura puede estar recubierta con óxido de vanadio encima de óxido de titanio comprendiendo una cierta cantidad de óxido de wolframio o un recubrimiento que comprende zeolita. La zeolita puede comprender algo de hierro o cobre o algún otro anti-ion apropiado. También existen catalizadores de óxido de vanadio extruidos en estructuras monolíticas, es decir, el catalizador y la estructura están realizados en el mismo material.

15 En la realización mostrada en la figura 1, un inyector 165 está dispuesto entre el DPF 155 y el SCR 175. Dicho inyector 165 inyecta un material reductor más arriba de dicho SCR 175. El material reductor puede ser urea, amoníaco, amoníaco absorbido en agua, carbonato amónico o sales de cloruros metálicos que pueden adsorber amoniaco.



El catalizador de limpieza 185 es opcional y es utilizado para limpiar los excesos de amoniaco por la reacción (11) pero las reacciones (7)-(10) pueden tener lugar también. El catalizador puede comprender un óxido metálico y algún metal noble y puede estar recubierto sobre una estructura similar como el catalizador SCR o incluso en la misma estructura.

25 La invención puede ser aplicada a cualquier motor de combustión interna con combustión pobre, tal como un motor diesel, motor bicomcombustible/flexicomcombustible con uno o varios cilindros.

30 El motor de combustión interna puede estar dispuesto en un vehículo, tal como un camión, camioneta, autobús, vehículo personal, cargadores de ruedas, vehículos de equipos de construcción, embarcaciones, motores estacionarios, etc.

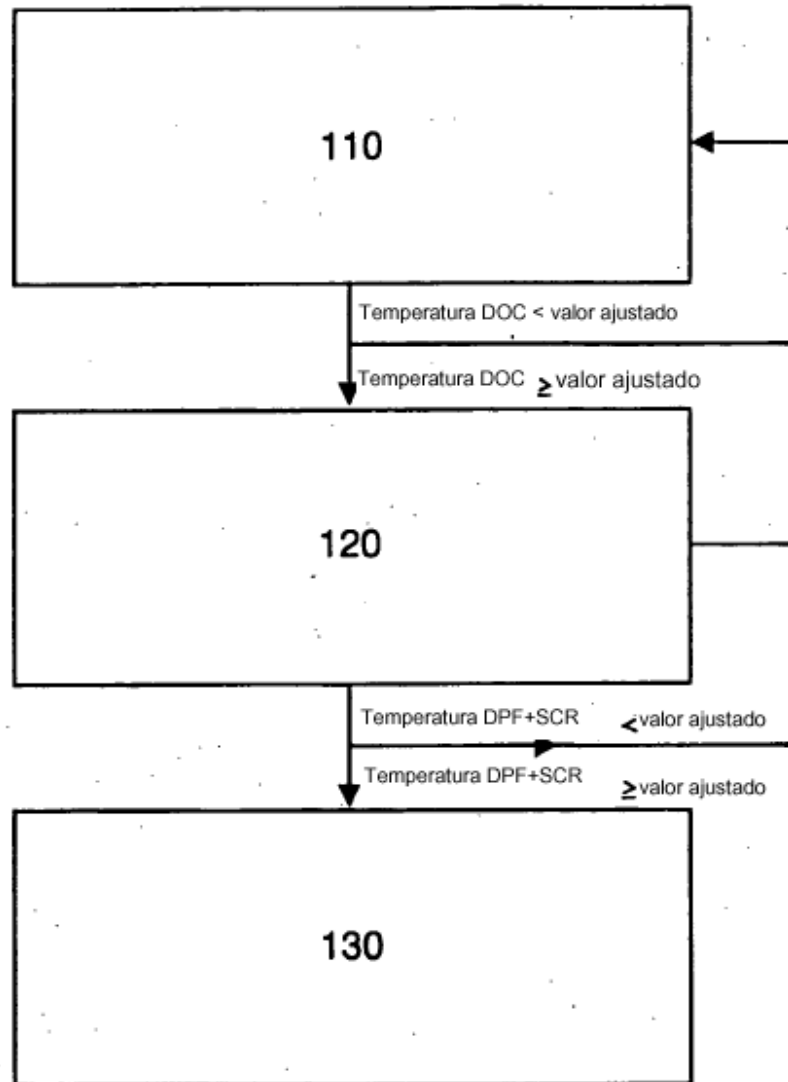
35 La invención no debe ser considerada como limitada a los ejemplos de la realización que se ha descrito, siendo factibles una serie de otras variables y modificaciones sin salir del alcance de las siguientes reivindicaciones.



**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para conseguir emisiones reducidas en el arranque en frío de un motor de combustión interna diesel, que tiene un sistema de post-tratamiento de gases de escape (100) que comprende, como mínimo, un Catalizador de Oxígeno para Diesel (DOC) (115), como mínimo, un Filtro de Partículas para Diesel (DPF) (155) y una unidad de Reducción Catalítica Selectiva (SCR) (175), que comprende las etapas de:
  - calentar (110) el DOC (115) antes del arranque en frío de dicho motor de combustión interna,
  - poner en marcha y controlar (120) el motor de combustión interna hacia un valor límite predeterminado de emisiones de NOx cuando dicho DOC (115) ha alcanzado una temperatura predeterminada,
  - 10 - optimizar (130) el consumo de combustible a un nivel de emisiones total predeterminado cuando dichos DPF (155) y SCR (175) han alcanzado una temperatura predeterminada.
- 15 2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que dicho calentamiento (110) de dicho DOC (115) antes del arranque (120) de dicho motor de combustión interna es llevado a cabo haciendo girar el motor de combustión interna con un dispositivo eléctrico con el suministro de combustible a dicho motor de combustión interna cerrado y con una puesta a punto escogida del motor de combustión interna de manera que el aire que sale de la válvula de escape del cilindro tiene una temperatura más elevada que el aire entrante por la válvula de admisión de dicho cilindro.
- 20 3. Procedimiento, según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho valor límite predeterminado de emisiones de NOx se consigue utilizando un principio de combustión por Ignición por Compresión de Carga Homogénea (HCCI).
- 25 4. Procedimiento, según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho valor límite predeterminado de emisiones de NOx se consigue utilizando, como mínimo, 50% EGR.
- 30 5. Procedimiento, según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho calentamiento de dicho DOC (115) es llevado a cabo mientras el vehículo en el que está dispuesto dicho motor de combustión interna se encuentra en movimiento.
- 35 6. Procedimiento, según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho calentamiento de dicho DOC (115) es llevado a cabo mientras el vehículo en el que está dispuesto dicho motor de combustión interna se encuentra parado.
- 40 7. Procedimiento, según la reivindicación 2, en el que dicha puesta a punto es una puesta a punto de la válvula de escape para llevar a cabo frenado por el escape.
- 45 8. Procedimiento, según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además las etapas siguientes:
  - disponer un retenedor de HC, un retenedor de NOx y un canal de derivación con una válvula (145) entre dicho DOC (115) y dicho DPF (155), de manera que dicho canal de derivación con dicha válvula (145) está dispuesto para la derivación de dicho retenedor de HC (125) y dicho retenedor de NOx (135),
  - cerrar dicha válvula de derivación (145) hasta que dicho DOC (115) ha alcanzado dicha temperatura predeterminada,
  - abrir dicha válvula de derivación (145) cuando dicho DOC (115) se encuentra en dicha temperatura predeterminada y por encima de la misma,
  - 45 - cerrar dicha válvula de derivación (145) cuando el operador requiere potencia del motor que no puede ser suministrada sin aumentar el valor de NOx por encima del valor predeterminado cuando dicho SCR se encuentra por debajo de dicha temperatura predeterminada.
- 50 9. Dispositivo para conseguir emisiones reducidas en el arranque en frío de un motor de combustión interna diesel que tiene un sistema de post-tratamiento de gases de escape que comprende (100), como mínimo, un Catalizador de Oxígeno para Diesel (DOC) (115), como mínimo, un Filtro de Partículas para Diesel (DPF) (155) y una unidad de Reducción Catalítica Selectiva (SCR) (175), comprendiendo además:
  - medios para calentar el DOC (115) antes del arranque en frío de dicho motor de combustión interna,
  - medios para poner en marcha y controlar el motor de combustión interna hacia un valor límite predeterminado de emisión de NOx cuando dicho DOC (115) ha alcanzado una temperatura predeterminada,
  - 55 medios para optimizar el consumo de combustible a un nivel de emisiones total predeterminado cuando dicho DPF (155) y dicho SCR (175) han alcanzado una temperatura predeterminada.
- 60 10. Dispositivo, según la reivindicación 9, en el que dichos medios para el calentamiento de dicho DOC (115) antes de poner en marcha dicho motor de combustión interna es un dispositivo eléctrico para hacer girar el motor de combustión interna con el suministro de combustible a dicho motor de combustión interna cerrado y con una puesta a punto escogida del motor de combustión interna, de manera que el aire que sale de la válvula de escape del cilindro tiene una temperatura más elevada que el aire entrante por la válvula de admisión de dicho cilindro.
- 65 11. Dispositivo, según la reivindicación 9 ó 10, que comprende además entre dicho DOC (115) y dicho DPF

- (155) un retenedor de HC (125), un retenedor de NOx (135) y un canal de derivación por una válvula (145), de manera que dicho canal de derivación con dicha válvula (145) está dispuesto para derivar dicho retenedor de HC (125) y dicho retenedor de NOx (135),  
5 medios para cerrar dicha válvula de derivación (145) hasta que dicho DOC (115) ha alcanzado dicha temperatura predeterminada,  
medios para abrir dicha válvula de derivación (145) cuando dicho DOC (115) se encuentra a dicha temperatura predeterminada y por encima de la misma,  
medios para cerrar dicha válvula de derivación (145) cuando el operador requiere potencia del motor que no puede ser suministrada sin aumentar el valor de NOx por encima del valor predeterminado cuando dicho SCR  
10 (175) se encuentra por debajo de dicha temperatura predeterminada.
12. Dispositivo, según la reivindicación 11, en el que dicho retenedor de HC (125) y dicho retenedor de NOx (125) están dispuestos en forma de unidades separadas.
- 15 13. Dispositivo, según la reivindicación 11, en el que dicho material del retenedor NOx está recubierto sobre dicho material del retenedor de HC.



**Fig.1**

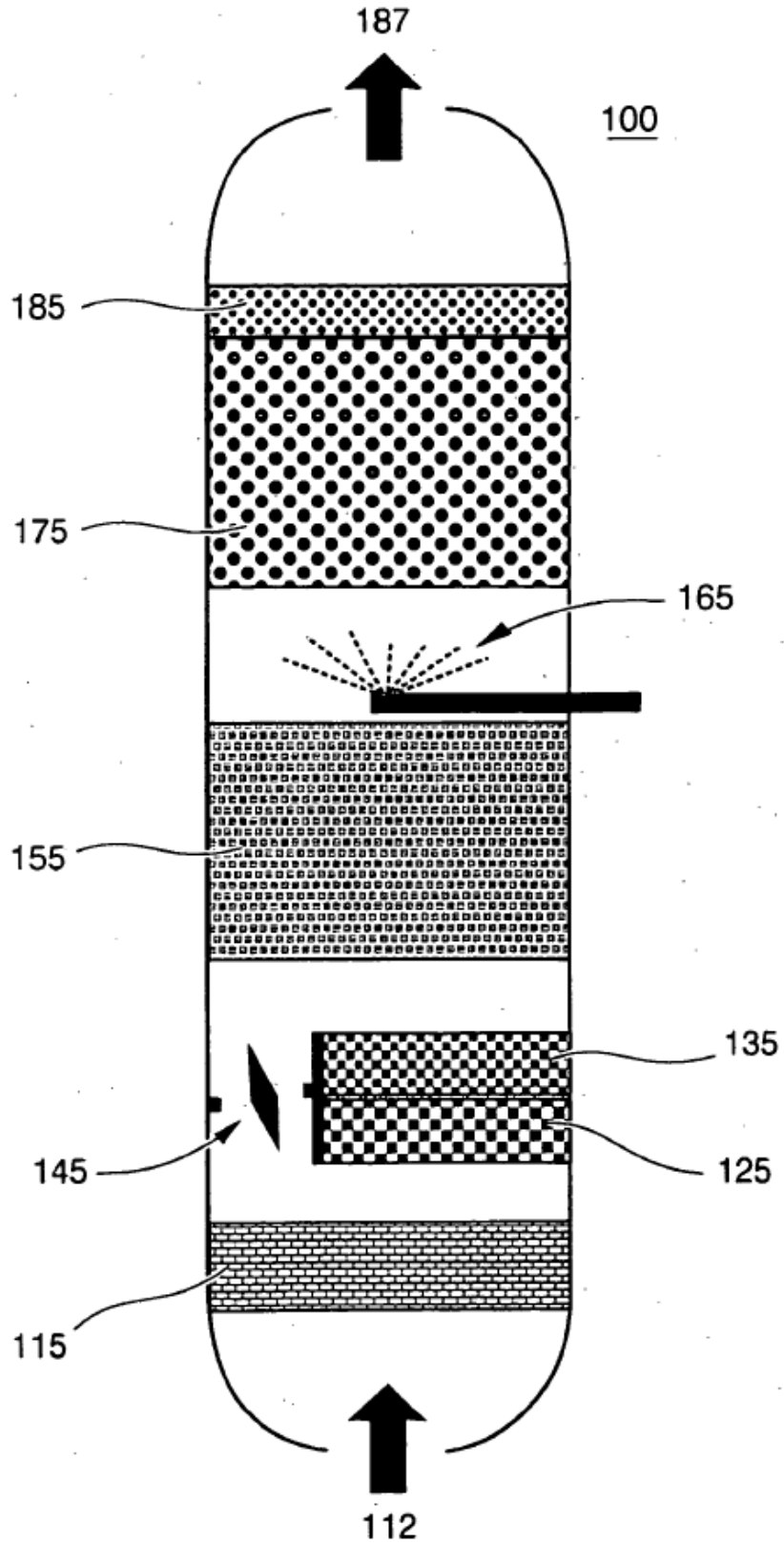


Fig.2