

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 487**

51 Int. Cl.:

**F02D 41/00** (2006.01)  
**F01N 3/08** (2006.01)  
**F01N 3/023** (2006.01)  
**F01N 13/02** (2010.01)  
**F02D 41/40** (2006.01)  
**F02D 41/02** (2006.01)  
**F02D 23/02** (2006.01)  
**F02D 41/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2010 E 10708339 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016 EP 2411648**

54 Título: **Procedimiento de control de las emisiones contaminantes de un motor de combustión**

30 Prioridad:

**24.03.2009 FR 0951856**

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

**14.10.2016**

73 Titular/es:

**PEUGEOT CITROËN AUTOMOBILES SOCIÉTÉ  
ANONYME (100.0%)  
Route de Gisy  
78140 Velizy Villacoublay, FR**

72 Inventor/es:

**CHARIAL, CHRISTOPHE;  
MAESSE, PIERRE-HENRI y  
AUDOUIN, ARNAUD**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 586 487 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 de control de las emisiones contaminantes de un motor de combustión

La presente invención concierne a un procedimiento de control de las emisiones contaminantes de un motor de combustión.

5 La utilización de combustible fósil como el petróleo o el carbón en un sistema de combustión, en particular el carburante en un motor, implica la producción en cantidad no despreciable de contaminantes que pueden ser descargados por el escape al medio ambiente y causar daños al mismo. Entre estos contaminantes, los óxidos de nitrógeno (denominados NOx) plantean un problema particular puesto que estos gases son sospechosos de ser uno de los factores que contribuyen a la formación de lluvia ácida y a la deforestación. Además, los NOx están  
10 relacionados con problemas de salud para los humanos y son un elemento clave de la formación de « smog » (nube de contaminación) en las ciudades. La legislación impone niveles de rigor creciente para su reducción y/o su eliminación de fuentes fijas o móviles.

Entre los contaminantes que las legislaciones tienden a reglamentar de modo cada vez más estricto figuran los hollines u otros materiales en partículas resultantes esencialmente de una combustión incompleta del carburante, de modo más particular cuando el motor funciona en mezcla denominada pobre, es decir con un excedente de oxígeno (de aire) con respecto a la estequiometría de la reacción de combustión. Las mezclas pobres son obligatorias en los motores denominados diesel, cuyo encendido es obtenido por compresión.  
15

Para estas dos grandes categorías de contaminantes, se ponen en práctica diferentes medios de descontaminación y estrategias de combustión.

20 Para limitar las emisiones de partículas, la tecnología de los filtros de partículas se generaliza poco a poco para todos los vehículos equipados con un motor diesel. Esta tecnología consiste esencialmente en forzar el paso de los gases de escape a través de los canales porosos de una estructura en nido de abeja de cerámica. Los hollines así filtrados se acumulan y después estos son eliminados en una operación de regeneración del filtro durante la cual son quemados. Sin embargo, para obtener esta regeneración, es necesario aumentar la temperatura de los gases de escape, lo que se obtiene típicamente enriqueciendo los mismos con carburante (inyectado directamente en la línea de escape o en la cámara de combustión del motor, durante la fase de escape del ciclo de combustión) y/o aumentando la carga del motor. Por otra parte, para facilitar la combustión de los hollines se utiliza un agente catalítico, estando este agente depositado de modo permanente en los canales del filtro, o bien siendo introducido como aditivo con el carburante, permitiendo esta última tecnología funcionar con temperaturas de combustión más bajas que las requeridas con filtros catalizados.  
25  
30

Para limitar las emisiones de NOx, la principal vía puesta en práctica en los vehículos actuales ha sido la de reducción de las emisiones en la fuente, dicho de otro modo, funcionando el motor en condiciones tales que las tasas de NOx producidos sean inferiores a las tasas límites. Estas condiciones se reúnen especialmente gobernando de manera muy fina los diferentes parámetros del motor, empezando por los parámetros de inyección de carburante y de reinyección en la admisión de una parte de los gases de escape, esto a fin de reducir la concentración de oxígeno favorable para la formación de óxidos de nitrógeno.  
35

Al tender a ser cada vez más severos los niveles de emisión tolerados, otra solución consiste en utilizar soluciones de postratamiento, introduciendo un agente reductor en la línea de escape. Así, una solución de postratamiento que ha dado prueba de su eficacia es la utilización de una fuente de amoníaco (NH<sub>3</sub>), tal como la urea acuosa. El amoníaco reacciona con los NOx en un catalizador para formar nitrógeno N<sub>2</sub> inerte y agua H<sub>2</sub>O. Esta solución es conocida esencialmente con el nombre de su acrónimo inglés SCR de « Selective Catalytic Reduction ».  
40

Para tratar a la vez los NOx y las partículas, la línea de escape debe estar provista de los dos equipos de postratamiento, un catalizador SCR (S) y un filtro de partículas (F). Por otra parte, este último necesita un catalizador de oxidación (C) colocado aguas arriba del filtro. Por tanto, de aguas arriba a aguas abajo en el sentido de los gases de escape, se pueden tener cuatro arquitecturas tipo: SCF, CSF conocido por ejemplo por el documento EP0806553, CFS y CSF.  
45

En la solicitud de patente WO 2007/132102, se han mostrado las ventajas de una arquitectura de tipo CSF, asociada a un supervisor que modula durante las fases de regeneración del filtro de partículas, las inyecciones de urea y de carburante para compensar las pérdidas térmicas de los gases de escape en el catalizador, y así, evitar que los gases lleguen enfriados al filtro de partículas.  
50

En este texto, se indica simplemente que el filtro de partículas puede ser de un tipo conocido en sí mismo. Ahora bien, como se indicó anteriormente, existen esencialmente dos grandes tipos de filtro de partículas, los filtros denominados de modo incorrecto no aditivados (para precisar que el carburante no está aditivado, estando provistas las paredes del filtro de un revestimiento catalítico) o los filtros aditivados.

55 Los autores de la presente invención han encontrado que la utilización de un filtro aditivado era muy ventajosa especialmente si la misma es combinada con una estrategia de inyección de carburante elegida adecuadamente.

De modo más preciso, la invención tiene por objeto un procedimiento de control de las emisiones contaminantes por un motor de combustión que comprende al menos un pistón cuyo desplazamiento en traslación delimita una cámara de combustión, estando asociado el citado motor a una línea de escape que comprende, en el sentido de circulación de los gases de escape, un catalizador de oxidación, un catalizador de reducción de los NOx y un filtro de partículas, caracterizado por la utilización de un carburante que comprende un aditivo que favorece la combustión de los hollines durante las regeneraciones del filtro de partículas, y que de acuerdo con al menos un modo de funcionamiento del motor, es inyectado de acuerdo con una calibración puesta en práctica según un umbral predefinido correspondiente a un estado de eficacia dado de los medios de postratamiento, minimizando esta calibración las descargas de dióxido de carbono por el motor, procediendo a una inyección principal de carburante que tiene lugar entre 20° y 0° del cigüeñal antes del punto muerto superior, cualquiera que sea el par de régimen, la presión media efectiva del motor, por tanto incluso en la zona denominada de « contaminación », correspondiente a un régimen pequeño y una presión media efectiva baja sobre el pistón .

Típicamente esta inyección principal de carburante empieza entre 12° y 0° en la zona de « contaminación ». Debe subrayarse que según los motores diesel de la técnica, las inyecciones principales son realizadas después del punto muerto superior, por ejemplo entre 0° y 10° del cigüeñal en esta zona de contaminación.

Ventajosamente, esta inyección principal va precedida de una inyección piloto, realizada preferentemente de 2 grados a 10 grados del cigüeñal antes del comienzo de la inyección principal.

En otras palabras, de acuerdo con la invención, la inyección principal de carburante es efectuada en el momento en que la compresión del aire es máxima, en condiciones que favorecen el rendimiento energético del motor, dicho de otro modo en las condiciones que permiten un ahorro de consumo de carburante y por tanto minimizar la cantidad de CO<sub>2</sub> producida.

Estas condiciones son descartadas normalmente por el especialista en la materia por que las mismas van acompañadas de una producción fuertemente incrementada de NOx, compensada de acuerdo con la invención por una disposición del catalizador de reducción de los NOx aguas arriba del filtro de partículas.

En una variante preferida de la invención, el modo de funcionamiento del motor que minimiza la producción de CO<sub>2</sub> es puesto en práctica cuando los medios de reducción de los NOx están activos.

En una variante, la inyección de carburante es realizada de tal manera que la mezcla carburante/comburente tenga una riqueza próxima a 0,7, y de modo más general comprendida entre 0,6 y 0,8.

En una variante, el catalizador de reducción de los NOx y el filtro de partículas están unidos. Se evita así cualquier perturbación del flujo gaseoso entre los dos medios principales de postratamiento.

En una variante, el catalizador de oxidación esta impregnado de platino y de paladio, preferentemente en una relación molar platino/paladio que varía de 2 a 1 a 4 a 1. Esta relación atípica (comprendiendo un catalizador de oxidación tradicional normalmente solamente platino) permite estabilizar la relación molar NO<sub>2</sub>/NOx en los gases de escape, y por consiguiente mejorar el rendimiento del catalizador SCR.

En una variante, la inyección de un agente reductor de los NOx es realizada entre el catalizador de oxidación y el catalizador de reducción de los NOx.

Otros detalles y características ventajosas de la invención se deducirán de la descripción detallada que sigue refiriéndose a las figuras anejas, que muestran:

- Figura 1: una vista esquemática de un motor y de su línea de tratamiento de los gases de escape;
- Figura 2: un esquema que ilustra el principio de desfase de las inyecciones propuestas de acuerdo con la invención, con miras a minimizar la producción de CO<sub>2</sub> y no de NOx como en la técnica anterior;
- Figura 3: un esquema que muestra de manera adimensionada las relaciones entre la producción de CO<sub>2</sub> y la de NOx, a la salida de un motor diesel;
- Figura 4: un gráfico que ilustra la temperatura de los gases de escape en diferentes puntos de la línea de escape, en la hipótesis de un rodaje a una velocidad media inferior a 20 km/h;
- Figura 5: un gráfico comparativo que muestra las emisiones acumuladas de NOx en un recorrido de rodaje estandarizado, en diferentes hipótesis de calibración del motor, y con o sin un postratamiento por un catalizador SCR;
- Figura 6: un gráfico que ilustra la evolución de la presión media efectiva (PME) en función del régimen del motor y el emplazamiento de la zona de « contaminación ».

En lo que sigue de la descripción se hace la precisión de que, salvo indicación contraria, en las horquillas de valores que se dan, están incluidos los valores en los límites.

Por óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> se entienden los óxidos de tipo protóxido N<sub>2</sub>O, sesquióxido N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, pentóxido N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, monóxido NO y dióxido NO<sub>2</sub>.

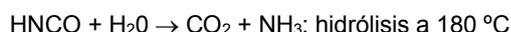
- 5 En el contexto de las normas aplicables para los motores diesel comercializados en Europa, los niveles de emisiones de contaminantes son los siguientes:

Norma	CO	NO <sub>x</sub>	HC + NO <sub>x</sub>
EURO4 mg/km	500	250	300
EURO5 mg/km	500	180	230
EURO6 mg/km	500	80	170

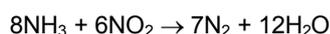
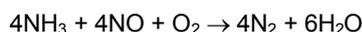
Por tanto, según la norma Euro6, aplicable en 2014, los niveles tolerados para las emisiones de óxidos estarán divididos especialmente por 2,25 con respecto a su nivel Euro5, aplicable a finales de 2009.

- 10 En la práctica, los constructores han demostrado que las normas Euro5, en lo que las mismas conciernen a los óxidos de nitrógeno, pueden ser satisfechas en los motores de pequeña y media cilindrada por una reducción de las emisiones en la fuente por optimización de la geometría de la cámara de combustión, la integración de diversos componentes en el motor, como por ejemplo un EGR de baja presión y una calibración muy fina del motor.

- 15 Para motores más potentes, o para satisfacer normas todavía más severas, se prevén medios de postratamiento específicos como un catalizador de SCR (o « Selective Catalytic Reduction ») que permite reducir los NO<sub>x</sub> por la adición de un reductor. El reductor utilizado clásicamente es el amoníaco (NH<sub>3</sub>), obtenido por termólisis / hidrólisis de la urea en la línea de escape según las reacciones siguientes:



- 20 El catalizador SCR sirve para favorecer la reducción de los NO<sub>x</sub> por NH<sub>3</sub> según las 3 reacciones siguientes:



- 25 Sin embargo, el catalizador SCR solamente es eficaz en un intervalo de temperaturas comprendidas entre aproximadamente 180 °C y 500 °C, lo que excluye ciertas condiciones de funcionamiento de los motores y por tanto limita la eficacia de conversión que puede ser alcanzada por el principio de la SCR.

La figura 1 es un esquema de principio de un motor térmico tal como un motor diesel de acuerdo con la invención. El motor comprende al menos un pistón 1, que se desplaza en traslación en el interior de un cilindro 2, y cuyo movimiento alternativo en traslación es transmitido por una biela 3 a un cigüeñal 4.

- 30 El cilindro 2 delimita con el pistón 1 y una culata 5 una cámara de combustión a la cual es llevado aire fresco a través de un conducto 6, y admitido en la cámara según la posición de una válvula de admisión 7. En la cámara de combustión, se introduce con un inyector 8 un carburante, por ejemplo gasóleo o un biocarburante tal como un diéster. La mezcla es comprimida a una presión suficientemente elevada para permitir la autoinflamación de la mezcla aire-carburante y los gases de combustión son evacuados por un conducto de escape 9, cuya apertura es controlada por una válvula de escape 10 que desemboca en un colector de escape. Desde este colector, está previsto un conducto 11 para la recirculación de una parte de los gases de escape, permitiendo una válvula denominada EGR 12 controlar el caudal de gases de escape reintroducidos en la admisión.

- 40 La línea de escape ilustrada aquí comprende, en el sentido de circulación de los gases, por ejemplo una turbina 13, arrastrada por los gases de escape y cuyo árbol arrastra por ejemplo un compresor colocado en la línea de admisión de los gases frescos (no representado aquí). Los gases de escape pasan a continuación a un catalizador de oxidación 14 cuya función primera es oxidar a dióxido de carbono el monóxido de carbono contenido en los gases a la salida del motor.

Agua abajo del catalizador 14, los gases de escape atraviesan un catalizador de tratamiento de los NO<sub>x</sub> 15. En el caso de la figura 1, este catalizador es un catalizador SCR, lo que supone medios de inyección de un agente

reductor tal como la urea (inyector 16). Según los casos, se puede igualmente prever un mezclador estático 17 entre el inyector 16 y el catalizador SCR 15. Aguas abajo de este catalizador 11 está dispuesta una trampa de partículas 18 preferentemente unida al catalizador 15.

5 Como está ilustrado en la figura 1, si este catalizador SCR está dispuesto aguas arriba del filtro de partículas en la línea de escape, estas temperaturas pueden ser conseguidas bastante fácilmente y entonces este catalizador puede ser capaz de tratar muy eficazmente cantidades de NOx sin punto de comparación con las cantidades de NOx tradicionales.

10 Ahora bien, desde hace muchos años, los constructores de motores han desarrollado estrategias de inyección del carburante que están destinadas a minimizar la producción de los NOx. Como está ilustrado en la figura 2, en líneas de puntos, estas estrategias consisten especialmente en realizar una inyección en dos tiempos, con una inyección piloto que precede al punto muerto superior y una inyección principal posterior a este punto muerto superior.

15 Si ahora, de acuerdo con la invención, la inyección principal es avanzada para comenzar antes del punto muerto superior (pudiendo ser preferentemente mantenida la inyección piloto pero igualmente desplazada), se aumenta el rendimiento de la combustión, y por tanto la cantidad de CO<sub>2</sub> producida. Este ahorro es obtenido sin embargo a costa de un aumento muy importante de los NOx, del orden del 200% al 250%, deterioro que por tanto aparece como totalmente redhibitorio según las prácticas de la técnica. El gráfico de la figura 3 muestra en efecto que los ahorros de CO<sub>2</sub> provocan una degradación de los NOx e inversamente.

20 En la figura 6, se ha representado igualmente la forma de la evolución de la presión media efectiva (PME) en función del régimen del motor para un motor diesel tradicional. En esta figura, se ha rayado además la zona denominada de « contaminación », que en este caso, corresponde a un régimen comprendido entre 0 revoluciones por minuto y 3000 revoluciones por minuto, y una PME comprendida entre 0 y 14. En esta zona rayada, de alto riesgo de producción de NOx, se utiliza normalmente una regulación tal que la inyección principal comienza después del punto muerto superior. De acuerdo con la invención, para todos los puntos de funcionamiento del motor, la regulación es tal que la inyección principal comienza antes del punto muerto superior.

25 De hecho, esta fuerte degradación desde el punto de vista de los NOx producidos está ligada a un aumento de la temperatura en la cámara de combustión. Este fenómeno es bien conocido, y de modo clásico contrarrestado por una reintroducción en la admisión de una parte de los gases de escape a fin de diluir la masa de gases reactivos y minimizar la temperatura en la cámara de combustión.

30 Paradójicamente, este aumento de la temperatura en la cámara de combustión, fuente de una producción incrementada de NOx, tiene también como consecuencia un aumento de la temperatura de los gases de escape, de modo que el catalizador SCR está en un intervalo de temperatura que garantiza su funcionamiento óptimo.

Por otra parte, aunque el catalizador SCR colocado aguas arriba del filtro de partículas absorbe calor, lo que disminuye la temperatura a la entrada de este filtro, esta temperatura permanece suficientemente elevada para permitir la regeneración del filtro aditivado.

35 En la figura 4 se han ilustrado condiciones de regeneración FAP con la inyección complementaria de carburante, a partir de ensayos realizados simulando una circulación en ciudad, a una velocidad media inferior a 20 km/h, con una calibración optimizada de CO<sub>2</sub>, es decir en condiciones muy desfavorables para la regeneración de un filtro de partículas pero en las cuales debe ser posible sin embargo una regeneración si por ejemplo el vehículo es de utilización puramente urbana. Como se puede ver, los gases de escape a la entrada del catalizador de oxidación (por tanto justo después del paso a través de la turbina si el motor está provisto de un turbocompresor), tienen una temperatura de por ejemplo 250 °C. A la salida de un catalizador de acuerdo con la invención (es decir con una relación molar platino/paladio de 2/1), la temperatura aumenta 200 °C. En el catalizador SCR, las pérdidas térmicas hacen que la temperatura sea solamente de 350 °C, es decir una temperatura inferior a la temperatura de inicio necesaria para una regeneración en el caso de un filtro no aditivado, pero muy superior a la del caso de un filtro aditivado

40 Como se indicó anteriormente, la regulación del motor preconizada de acuerdo con la invención, con una inyección principal del carburante centrada alrededor del punto muerto, conduce a un fuerte aumento de la producción de los NOx a la salida del motor. El gráfico de la figura 5 muestra sin embargo que la tasa de emisión de NOx del vehículo puede ser perfectamente controlada.

50 En esta figura 5, se ha representado un recorrido de rodaje estandarizado de 20 minutos (1200 s), imponiendo velocidades 1 (eje de ordenadas a la izquierda en la figura). Este recorrido corresponde al ciclo de homologación europea MVEG.

En este mismo gráfico, refiriéndose al eje de ordenadas a la derecha de la figura, se han indicado igualmente las emisiones de NOx, en gramos, acumuladas en todo el recorrido.

55 En 2, se han representado las emisiones obtenidas en la hipótesis de un motor cuya calibración es de acuerdo con la técnica anterior, optimizada de NOx, a fin de aproximadamente 2,5 g de NOx.

Si ahora se equipa al mismo motor con un catalizador SCR, las emisiones son llevadas a 1 g (curva 3), o sea por debajo del límite previsto por la norma Euro6, indicado por un trazo discontinuo, y ligeramente inferior a 1 g. Por otra parte, se observa una eficacia de reducción de los NOx muy elevada al final del ciclo (>90%) en razón especialmente de las elevadas temperaturas de escape.

- 5 Considerando el mismo motor, con un vehículo sin medio de postratamiento de los NOx, y adoptando una calibración de acuerdo con la invención, optimizada en CO<sub>2</sub> que puede ser activada en cualquier momento (en el caso ilustrado aquí a 800 s), como muestra la curva 4, las emisiones acumuladas de NOx se separan muy rápidamente del caso estándar, y alcanzan al final del recorrido un nivel superior a 3,5 g (mientras que esta calibración optimizada sea puesta en práctica solamente en el último tercio del recorrido, una vez que el conjunto de los equipos de contaminación estén bien operativos).

10 Si ahora, de acuerdo con la invención y como está ilustrado en la curva 5, se dispone de un equipo de postratamiento de los NOx aguas arriba del filtro de partículas, siendo utilizada de nuevo la calibración estándar (óptima en NOx) para el inicio del ciclo (de 0 a 800 s) porque la eficacia de conversión de NOx es menor, y después la nueva calibración – óptima en CO<sub>2</sub> – al final del ciclo (de 800 s a 1200 s) y porque la eficacia de conversión de NOx es mejor, se constata que la eficacia de reducción de los NOx por la utilización de un carburante que comprende un aditivo que favorece a la combustión de los hollines durante las regeneraciones del filtro de partículas, y que según al menos un modo de funcionamiento del motor, asociado a una calibración que minimiza las descargas de dióxido de carbono por el motor puede mantenerse tal que a pesar de todo, se respete el nivel de emisión reglamentario. En estas condiciones, se obtiene un ahorro de CO<sub>2</sub> significativo. El ahorro medio en el conjunto del ciclo se sitúa alrededor del 4% al 5%, o sea según el vehículo considerado un ahorro de 5 g a 8 g de CO<sub>2</sub> por km.

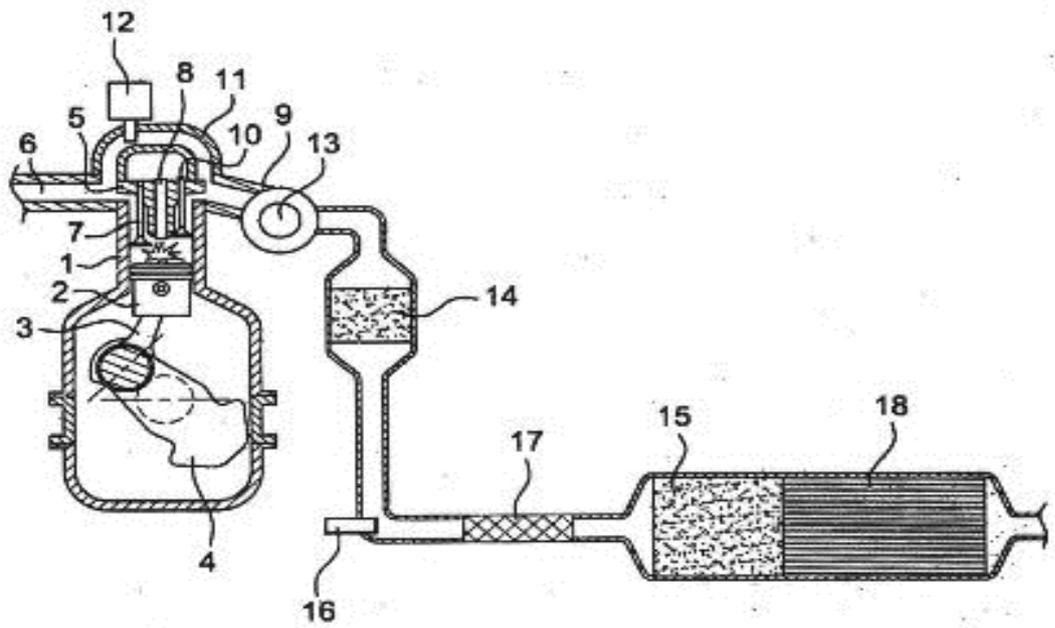
15 En el ejemplo que precede, la calibración optimizada de CO<sub>2</sub> es puesta en práctica después de 800 s. De modo más general, la calibración optimizada de acuerdo con la invención será puesta en práctica según un umbral predefinido correspondiente a un estado de eficacia dado de los medios de postratamiento, pudiendo ser estimado este estado de modo conocido a partir de los modelos basados por ejemplo en ensayos de motores, modelos que ventajosamente podrán tener en cuenta igualmente el envejecimiento de estos medios.

25

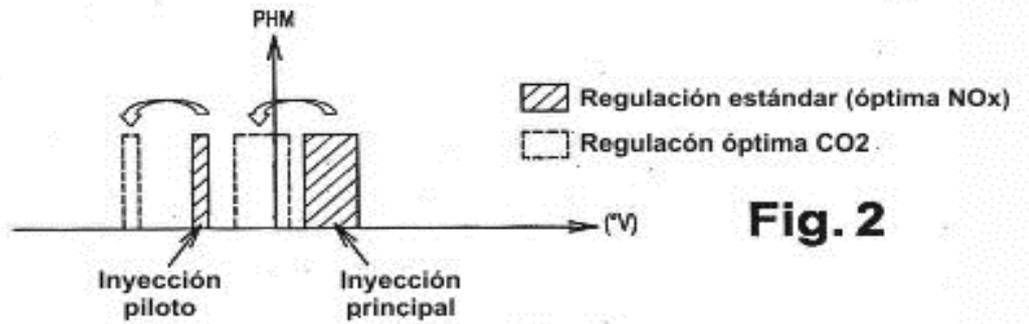
**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento de control de las emisiones contaminantes por un motor de combustión que comprende al menos un pistón cuyo desplazamiento en traslación delimita una cámara de combustión, estando asociado el citado motor a una línea de escape que comprende, en el sentido de circulación de los gases de escape, un catalizador de oxidación, un catalizador de reducción de los NOx y un filtro de partículas, y que utiliza un carburante que comprende un aditivo que favorece la combustión de los hollines durante las regeneraciones del filtro de partículas, y que según al menos un modo de funcionamiento del motor, es inyectado de acuerdo con una calibración puesta en práctica según un umbral predefinido correspondiente a un estado de eficacia dado de los medios de postratamiento, caracterizado por que esta calibración minimiza las descargas de dióxido de carbono por el motor, procediendo a una inyección principal de carburante que empieza entre 20° y 0° del cigüeñal antes del punto muerto superior, cualquiera que sea el par de régimen, la presión media efectiva del motor.
- 10 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que la inyección principal va precedida de una inyección piloto.
- 15 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que la citada inyección piloto es realizada entre 2° y 10° del cigüeñal antes de la inyección principal.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la inyección de carburante es realizada con una mezcla cuya riqueza está comprendida entre 0,6 y 0,8.
- 20 5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el modo de funcionamiento del motor que minimiza las descargas de dióxido de carbono es puesto en práctica en cuanto los medios de reducción de los NOx estén activos.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la reducción catalítica de los NOx es obtenida con la ayuda de un reductor inyectado en la línea de escape aguas arriba del catalizador de reducción de los NOx.
- 25 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el catalizador de reducción de los NOx y el filtro de partículas están unidos.
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el catalizador de oxidación está impregnado de platino y de paladio.
9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que la relación molar platino/paladio es de 2 a 1.

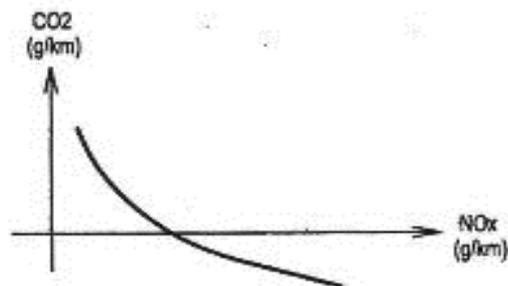
30



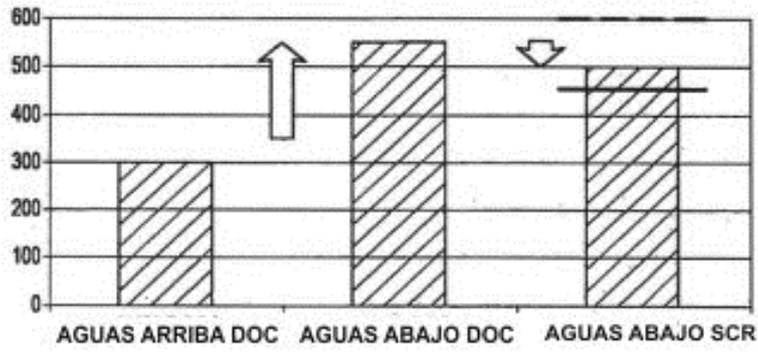
**Fig. 1**



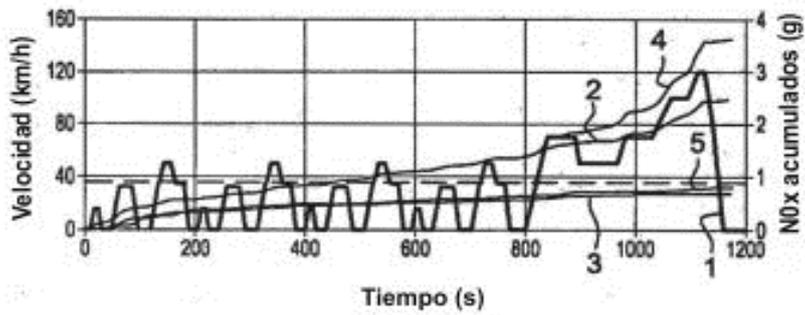
**Fig. 2**



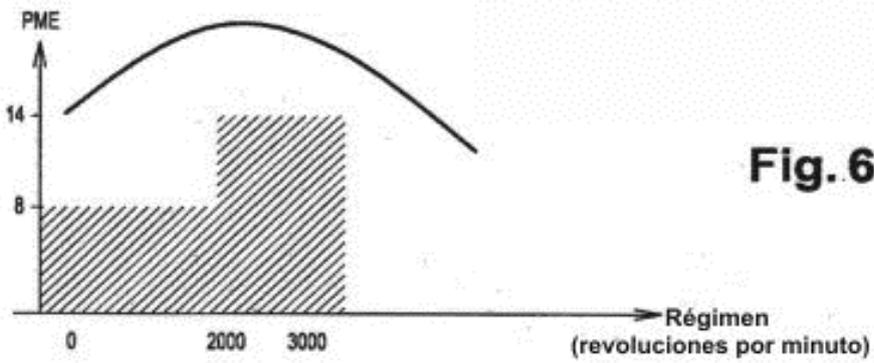
**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**