

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 165**

51 Int. Cl.:

F02D 41/00 (2006.01)
F01N 3/08 (2006.01)
F01N 3/023 (2006.01)
F01N 13/02 (2010.01)
F02D 21/08 (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 10708338 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2015 EP 2411647**

54 Título: **Procedimiento de control de las emisiones contaminantes de un motor de combustión, grupo motopropulsor y vehículo equipado con este grupo motopropulsor**

30 Prioridad:

24.03.2009 FR 0951853

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

16.11.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 551 165 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, grupo motopropulsor y vehículo equipado con este grupo motopropulsor

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

La utilización de combustible fósil como el petróleo o el carbón en un sistema de combustión, en particular el carburante en un motor, provoca la producción de una 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 se considera que estos gases son uno de los factores que contribuyen a la formación de lluvias ácidas y a la deforestación. Además, los NOx están asociados a 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.

15 Entre los contaminantes que las legislaciones tienden a reglamentar de modo cada vez más estricto figuran igualmente el hollín u otros materiales en partículas resultantes esencialmente de una combustión incompleta del carburante, de modo más particular cuando el motor funciona con 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 se utilizan habitualmente en los motores denominados diesel, cuyo encendido es obtenido por compresión.

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

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. El hollín así filtrado se acumula y después se elimina en una operación de regeneración del filtro durante la cual es quemado. Sin embargo, para obtener esta regeneración, es necesario aumentar la temperatura de los gases de escape, lo que se obtiene típicamente enriqueciendo estos 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 del hollín se utiliza un agente catalítico, estando depositado este agente 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.

35 Para limitar las emisiones de NOx, la principal vía puesta en práctica en los vehículos actuales ha sido la reducción de las emisiones en la fuente, dicho de otro modo, funcionando el motor en condiciones tales que las tasas de NOx producidas sean inferiores a las tasas límites. Estas condiciones se cumplen 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 con el fin de reducir la concentración de oxígeno favorable para la formación de los óxidos de nitrógeno.

Tendiendo a ser cada vez más severos los niveles de admisión tolerados, otra solución consiste en utilizar soluciones de post-tratamiento, introduciendo un agente reductor en la línea de escape. Así, una solución de post-tratamiento que ha hecho prueba de su eficacia es la utilización de una fuente de amoníaco (NH₃), tal como la urea acuosa. El amoníaco reacciona con los NOx en un catalizador para formar nitrógeno N₂ inerte y agua H₂O. Esta solución es conocida esencialmente con el nombre de su acrónimo inglés SCR de « Selective Catalytic Reduction ».

45 Para tratar a la vez los NOx y las partículas, la línea de escape debe estar provista de dos equipos de post-tratamiento, 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, CFS y CSF.

50 En la solicitud de patente WO 2007/132102, se han mostrado las ventajas de una arquitectura de tipo CSF, asociada a un supervisor que, durante las fases de regeneración del filtro de partículas, modula 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.

55 En este texto, se ha indicado simplemente que el filtro de partículas puede ser de un tipo conocido en sí mismo. Ahora bien, como se indicó anteriormente, existen esencialmente dos grades tipos de filtros de partículas, los filtros denominados de modo inapropiado no aditivados (para precisar que el carburante no está aditivado, estando provistas las paredes del filtro de un revestimiento catalítico) o los filtros aditivados. El documento 1321643 A1 muestra la utilización de un filtro aditivado.

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

De modo más preciso, la invención tiene por objeto un procedimiento de control de las emisiones de contaminantes por un motor de combustión que comprende al menos una cámara de combustión de una mezcla de aire y de carburante, estando el citado motor asociado a una línea de escape que comprende, en el sentido de circulación de los gases de escape, 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 del hollín durante las regeneraciones del filtro de partículas, y por el funcionamiento del motor de acuerdo con al menos un modo de funcionamiento principal en el cual el carburante es inyectado de acuerdo con una calibración que minimiza los lanzamientos de dióxido de carbono por el motor.

De modo bien conocido, las calibraciones de un motor térmico se efectúan sobre la base de ensayos en banco de ensayos durante los cuales se miden especialmente las emisiones de contaminantes que deben controlarse, con el fin de seleccionar las regulaciones que para un punto de funcionamiento dado (correspondiente esencialmente a un régimen motor dado y una demanda de par dada) conducen al mejor compromiso emisiones de CO₂, emisiones de contaminantes y energía (que traduce especialmente la capacidad de responder lo más rápidamente posible a la demanda del conductor). Elegir una calibración que minimice los lanzamientos de dióxido de carbono viene por tanto a reforzar las exigencias por el lado del consumo de carburante, y a reducir aquéllas a nivel de las emisiones de los NOx, sin otras más dificultades a nivel de la selección de la calibración.

El catalizador de reducción de los NOx es preferentemente un catalizador de tipo SCR, estando previstos medios para inyectar un agente reductor, tal como por ejemplo una solución acuosa de urea, aguas arriba de este catalizador. En una variante, este catalizador puede estar constituido igualmente por una trampa de NOx denominada de mezcla pobre, igualmente conocida con el acrónimo anglosajón LNT (Lean NOx Trap), es decir un dispositivo capaz de adsorber los NOx contenidos en los gases de escape cuando el motor funciona con mezcla pobre, y reducir y liberar estos NOx cuando el motor funciona temporalmente con mezcla rica para regenerar la trampa. Este tipo de dispositivo comprende además un agente catalizador de reducción, a base de metales preciosos tales como platino o rodio, un agente adsorbente, típicamente un compuesto de un metal alcalino, en el ejemplo BaCO₃.

En la medida en que la arquitectura de la línea de escape sea compatible con un funcionamiento del motor en un modo que privilegie la reducción del dióxido de carbono a costa de una producción de NOx, se hace posible considerar diferentes simplificaciones del motor y de las estrategias de gobierno que le están asociadas.

Así, se propone no enfriar los gases de escape recirculados para ser readmitidos en la admisión lo que naturalmente a nivel del grupo motopropulsor va a traducirse en la ausencia de medios para enfriar estos gases, por tanto con el ahorro de un intercambiador térmico y eventualmente de la derivación de este intercambiador y de la válvula asociada a esta derivación.

Como se indicó anteriormente, la utilización de los gases EGR ha sido la vía principal utilizada por la industria automóvil para disminuir la temperatura en la cámara de combustión y más allá, reducir la cantidad de óxidos de nitrógeno producidos. Esta disminución de la temperatura es naturalmente tanto más eficaz cuanto que los gases sean enfriados antes de ser mezclados con los gases frescos. Sin embargo, este enfriamiento impone disponer de un intercambiador (denominado intercambiador EGR) y de medios para derivar este intercambiador. Estos equipos suplementarios recargan el vehículo y por tanto aumentan su consumo de carburante.

Se propone, por otra parte, en modo nominal, inyectar el carburante a lo sumo en tres tiempos de inyección, yendo precedida la inyección principal de a lo sumo dos inyecciones piloto, fuera del modo de funcionamiento en regeneración, dicho de otro modo no proceder a inyecciones principales múltiples (o split-injection) complejas. Por modo nominal se entiende fuera del modo de funcionamiento dedicado a la regeneración del filtro de partículas. Esto permite un ahorro de consumo y además, reduce el coste de los inyectores.

Finalmente, de acuerdo con la invención, se propone igualmente funcionar sin reajustar el bucle de aire y los caudales de inyección sobre la base de la medición de la cantidad de oxígeno en los gases de escape – lo que permite ahorrar una sonda de oxígeno.

La presente invención tiene por objeto igualmente un grupo motopropulsor que comprende un motor de combustión por compresión alimentado de carburante por medios de inyección de un carburante que comprende un aditivo que favorece la combustión del hollín durante las regeneraciones del filtro de partículas, comprendiendo medios para reciclar una parte de los gases de escape a la admisión del motor, y una línea de escape que comprende un catalizador de oxidación y, en el sentido de circulación de los gases de escape, un catalizador de reducción de los óxidos de nitrógeno y una trampa de partículas, caracterizado por que comprende medios de control del motor aptos para la puesta en práctica de una estrategia que minimiza la producción de dióxido de carbono por el motor.

El catalizador de oxidación está dispuesto aguas arriba del catalizador de reducción de los óxidos de nitrógeno.

En una variante, el grupo motopropulsor comprende además una turbina de un turbocompresor colocada en la línea de escape, aguas arriba de los medios de descontaminación de los gases, comprendiendo los medios para reciclar una parte de los gases de escape a la admisión una derivación de los gases aguas arriba de la citada turbina.

5 Los medios de alimentación de carburante no permiten inyectar el carburante en más de 4 inyecciones por ciclo del pistón, de las cuales 3 solamente cuando el motor funciona en modo nominal, es decir fuera de las fases de regeneración del filtro de partículas. Esto permite utilizar inyectores menos caros, porque no solamente se reduce el número máximo de inyecciones posible (en motores modernos, los inyectores están concebidos normalmente para permitir de 5 a 7 inyecciones por ciclo), y esto tanto más cuanto que en modo nominal, no se efectúan más de 3 inyecciones y el coste de un inyector depende no solamente de su capacidad de proceder a inyecciones de alta presión (y por tanto multiplicar las inyecciones por ciclo) sino igualmente del número total de inyecciones que serán practicadas en toda la duración de la vida de servicio del inyector.

10 El catalizador reductor de los NOx del grupo motopropulsor es por ejemplo una trampa de NOx de mezcla pobre (LNT) o un catalizador de tipo SCR asociado a medios de inyección de un agente reductor, dispuestos entre el catalizador de oxidación y el catalizador SCR.

15 La invención tiene igualmente por objeto un vehículo equipado con el grupo motopropulsor definido anteriormente.

Otros detalles y características ventajosas de la invención se deducen de la descripción detallada hecha seguidamente 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 muestra de manera adimensionada las relaciones entre la producción de CO₂ y la de NOx, a la salida de un motor diesel;
- Figura 3: un gráfico comparativo que muestra la evolución de las emisiones de partículas en función de la cantidad de NOx producida, según que los gases recirculados sean enfriados a la temperatura ambiente, parcialmente enfriados o no enfriados.
- Figura 4: un gráfico comparativo que muestra la evolución de las emisiones de partículas en función de la cantidad de NOx producida, con una inyección múltiple o no.

25 En lo que sigue de la descripción, se precisa que, salvo indicación en contrario, en las horquillas de valores que se dan, están incluidos los valores en los límites.

Por óxidos de nitrógeno NOx se entiende especialmente el monóxido de NO y el dióxido NO₂, eventualmente con una presencia de óxidos de tipo protóxido N₂O, sesquióxido N₂O₃, pentóxido N₂O₅.

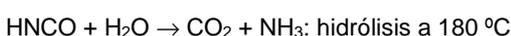
30 En el contexto de las normas aplicables para los motores diesel comercializados en Europa, los niveles de admisión de los contaminantes tolerados son los siguientes:

Norma	CO	NOx	HC + NOx
EURO4 mg/km	500	250	300
EURO5 mg/km	500	180	230
EURO6 mg/km	500	80	170

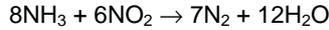
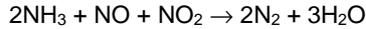
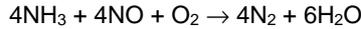
Así pues, de acuerdo con la norma Euro6, aplicable en 2014, los niveles tolerados para las emisiones de óxidos serán especialmente divididos por 2,25 con respecto a su nivel Euro5, aplicable a final de 2009.

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

40 En motores más potentes, o para satisfacer normas todavía más severas, se prevén medios de post-tratamiento específicos como un catalizador de SCR (o « Selective Catalytic Reduction » que permite reducir los NOx por la adición de un reductor. El reductor clásicamente utilizado es el amoníaco (NH₃), obtenido por termólisis/hidrólisis de la urea en la línea de escape según las reacciones siguientes:



El catalizador SCR sirve para favorecer la reducción de los NOx por NH₃ según las 3 reacciones siguientes:



- 5 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 obtenida por el principio de la SCR.

10 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 la biela 3 a un cigüeñal 4.

15 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. Carburante, por ejemplo gasóleo o un biocarburente tal como diéster es introducido en la cámara de combustión por un inyector 8. 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 mandada por una válvula de escape 10 que desemboca en un colector de escape. De este colector, está previsto un conducto 11 para la recirculación de una parte de los gases de escape, permitiendo una válvula denominada válvula EGR 12 controlar el caudal de gases de escape reintroducido en la admisión.

20 La línea de escape ilustrada en este caso 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 en este caso). Los gases de escape pasan a continuación a un catalizador de oxidación 14 cuya función primera es oxidar en dióxido de carbono el monóxido de carbono contenido en los gases a la salida del motor.

25 Aguas abajo del catalizador de oxidación 14, los gases de escape atraviesan un catalizador de tratamiento de los NOx 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 desacoplador mecánico 17 entre el inyector 16 y el catalizador SCR 15. Aguas abajo de este catalizador 15 está dispuesta una trampa de partículas 18 preferentemente unida al catalizador 15.

30 Cuando, como está ilustrado en la figura 1, el catalizador de NOx está dispuesto aguas arriba del filtro de partículas en la línea de escape, las temperaturas necesarias para su activación pueden ser alcanzadas bastante fácilmente y entonces este catalizador puede ser capaz de tratar muy eficazmente cantidades de NOx sin comparación con las cantidades de NOx tradicionales.

35 Ahora bien, desde hace numerosos años, los constructores de motores han desarrollado estrategias de inyección de carburante destinadas a minimizar la producción de los NOx. Como ilustra la figura 2, en línea de puntos, estas estrategias consisten especialmente en operar una inyección en dos tiempos o tres tiempos, con una o dos inyecciones piloto que preceden al punto muerto superior y una inyección principal posterior a este punto muerto superior.

40 Si ahora, de acuerdo con la invención, se invierten las prioridades, considerando que la disposición del catalizador SCR aguas arriba del filtro de partículas le permite ser excepcionalmente eficaz, se permiten ahorros económicos de carburante muy sustanciales. Este ahorro se obtiene a costa de un aumento muy importante de los NOx, del orden del 200% al 250% incluso más, deterioro que aparece por tanto como totalmente redhibitorio según las prácticas de la técnica. El gráfico de la figura 2 muestra en efecto que los ahorros en CO₂ provocan una degradación de los NOx e inversamente.

45 El primero de estos ahorros está ligado a la supresión del intercambiador EGR y está ilustrado con la ayuda de la figura 3 que representa la relación entre los NOx producidos por un motor y la cantidad de partículas producidas, en función de la calidad del enfriamiento de los gases.

Se constata que el hecho de enfriar los gases recirculados permite, a tasas de óxido de nitrógeno constantes, disminuir las partículas.

50 Como recordatorio, la EGR circula en el intercambiador únicamente cuando el motor está caliente, lo que corresponde aproximadamente a un período en que el sistema SCR está plenamente activo. Así pues, se puede tomar una regulación del motor que, a igualdad de emisiones de partículas con respecto a la regulación inicial, emita sensiblemente más NOx. (Ejemplo: si el punto A es la regulación de base, el motor emite aproximadamente 7,5 mg/s de NOx para 0,2 mg/s de partículas. Si ahora se desplaza la regulación del motor para emitir 10,5 mg/s de NOx, la tasa de partículas ya no depende del enfriamiento o no de los gases recirculados.

Ahora bien, es evidente que la supresión del intercambiador EGR permite liberarse de su peso. Además, en estas condiciones, no es necesario, naturalmente, prever una derivación de este intercambiador para ciertos puntos de funcionamiento del motor, de donde un aligeramiento suplementario. Limitar a una simple válvula de regulación, el módulo EGR ve así su coste dividido por dos con respecto a un módulo completo, que asocia a la válvula un intercambiador y una derivación.

Además, el hecho de reintroducir gases más calientes en la cámara de combustión tiene tendencia a disminuir el ruido de combustión.

Por otra parte, la integración debajo del capó de un intercambiador y de una derivación no es fácil, por tanto el hecho de suprimirlos puede permitir liberar espacio para otros sistemas – en particular sistemas de tipo parada y arranque y medios de almacenamiento de la electricidad asociados – o para mejorar las problemáticas de choque con peatones.

Otro punto muy importante es el de la simplificación de los sistemas de inyección del carburante. En efecto, para limitar las emisiones de NOx y de partículas, es necesario un sistema de inyección rentable que permita un número elevado de inyecciones por ciclo – y por tanto con tiempos de respuesta muy rápidos. Típicamente, en sistemas rentables, hay 4 inyecciones por ciclo: 2 pilotos, y una inyección principal dividida en 2 en modo nominal, pudiendo ascender este número a 5 o 6 en modo de regeneración.

Estas múltiples inyecciones solamente tienen sentido si el sistema de inyección es capaz de dosificar las cantidades inyectadas de una manera adecuada (o al menos tan adecuada como sea posible), con intervalos muy cortos entre las inyecciones. Estos imperativos han conducido al desarrollo de inyectores muy rentables tales como inyectores piezoeléctricos y a diseños específicos de los conductos de alimentación de carburante a fin de limitar los efectos de ondas de presión incluso si el carburante está a muy alta presión.

La figura 4 ilustra el aspecto del compromiso entre la tasa de emisión de partículas y la de los NOx, sabiendo que las normas medioambientales tienen como límite los dos niveles. Claramente, cualquier ahorro en NOx es muy penalizante para las emisiones de partículas cuando las emisiones de NOx tienen como límite 75 g/h. El punto M muestra que procediendo a inyecciones múltiples, es sin embargo posible llevar la tasa de emisión de los NOx a aproximadamente 55 g/h a igualdad de lanzamientos de partículas.

Ahora, si de acuerdo con la invención se admite una sobreemisión de NOx a la salida del motor (siendo tratada esta sobreemisión en la línea de escape a través del sistema de post-tratamiento), las inyecciones múltiples no son necesarias.

Como proceder por inyecciones múltiples es penalizante en términos de consumo de carburante (estando las inyecciones necesariamente extendidas en el tiempo, y por tanto no siendo efectuadas exactamente en el momento en que el rendimiento energético del motor puede ser óptimo), suprimir estas inyecciones múltiples implica un ahorro inmediato en consumo. Por otra parte, esta supresión permite el empleo de sistemas de inyección más simples, por ejemplo inyectores basados en la tecnología de los solenoides.

Esta supresión permite igualmente simplificar la arquitectura del carril común de los inyectores, en particular la necesidad de prever agujeros calibrados (o chiclés) en los carriles calibrados, colocados para limitar las ondas de presión en el carril común de los inyectores. Limitando el número de inyecciones por tiempo de ciclo, se puede en efecto disminuir la presión de inyección y por tanto la necesidad de compensar los efectos de una presión demasiado grande. Esta figura 4 permite igualmente comprender otro punto clave de la invención: en la zona de las bajas emisiones de NOx, alrededor del punto M, cualquier deriva del sistema puede provocar un aumento muy importante de la cantidad de partículas emitidas.

Ahora bien, si la cantidad de partículas es demasiado elevada, la regeneración del filtro puede generar temperaturas muy elevadas que fragilizan el filtro, y por tanto al cabo de un tiempo, las emisiones de partículas. Por esta razón, se coloca normalmente una sonda de oxígeno en la línea de escape para minimizar este riesgo de sobreemisión de las partículas a fin de reajustar el bucle de aire y los caudales de inyección que corren el riesgo de derivar con el tiempo, especialmente debido al ensuciamiento del circuito de EGR o del circuito de inyección.

Si ahora de acuerdo con la invención se autorizan tasas de emisión de NOx muy elevadas, por ejemplo en la zona indicada por un círculo alrededor de 135 g/h, se observa que la tasa de partículas es baja y esencialmente estable. En estas condiciones, reajustar la inyección a partir de la información de la sonda de oxígeno no es necesaria.

Así, modificando la problemática de base y eligiendo implantar un sistema de tratamiento de los NOx muy rentable, se puede reconfigurar una gran parte del motor y utilizar elementos menos caros para los sistemas de EGR, la inyección de carburante y la línea de escape, de modo que, por una parte, estos elementos de menor coste compensan en gran parte el sobrecoste asociado a la implantación del sistema de post-tratamiento de los NOx, minimizando ciertos costes de mantenimiento del vehículo.

ES 2 551 165 T3

Estos ahorros de equipo van acompañados además de una reducción muy sensible del consumo de modo que el vehículo en su conjunto contamina menos que un vehículo dotado a priori con una serie de equipos más sofisticados.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de control de las emisiones de contaminantes por un motor de combustión que comprende una cámara de combustión de una mezcla de aire y de carburante, estando el citado motor asociado a una línea de escape (9) que comprende, en el sentido de circulación de los gases de escape, un catalizador de reducción de los NOx (15) y un filtro de partículas (18), caracterizado por la utilización de un carburante que comprende un aditivo que favorece la combustión del hollín durante las regeneraciones del filtro de partículas (18), y por el funcionamiento del motor según al menos un modo de funcionamiento principal en el cual - el carburante es inyectado de acuerdo con una calibración que minimiza los lanzamientos de dióxido de carbono por el motor por inyección de carburante en las cámaras de combustión del motor en a lo sumo tres tiempos de inyección por ciclo en modo nominal sin regeneración, - reinyectando una parte de los gases de escape en la admisión, no enfriados.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que el citado modo de funcionamiento que minimiza los lanzamientos de dióxido de carbono es obtenido sobre la base de una calibración que no utiliza como parámetro de entrada la cantidad de oxígeno en los gases de escape.
3. Grupo motopropulsor que comprende un motor de combustión por compresión alimentado de carburante por medios de inyección (8) de un carburante que comprende un aditivo que favorece la combustión del hollín durante las regeneraciones del filtro de partículas, que comprende medios para reciclar sin enfriamiento una parte de los gases de escape en la admisión del motor, y una línea de escape (9) que comprende un catalizador de oxidación (14) y, en el sentido de circulación de los gases de escape, un catalizador de reducción de los óxidos de nitrógeno (15) y una trampa de partículas (18), caracterizado por medios de control del motor adaptados para la puesta en práctica del procedimiento de la reivindicación 1 que minimizan la producción de dióxido de carbono por el motor, estando dispuesto el catalizador de oxidación (14) aguas arriba del catalizador de reducción de los óxidos de nitrógeno (15).
4. Grupo motopropulsor de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que una turbina (13) de un turbocompresor está además colocada en la línea de escape (9), aguas arriba de los medios de descontaminación de los gases y por que los medios para reciclar una parte de los gases de escape en la admisión comprenden una derivación de los gases aguas arriba de la citada turbina.
5. Grupo motopropulsor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 o 4, caracterizado por que los medios de alimentación de carburante están concebidos para permitir a lo sumo 4 inyecciones por ciclo durante las fases de regeneración del filtro de partículas (18) y a lo sumo 3 inyecciones por ciclo del pistón (2) en modo nominal.
6. Grupo motopropulsor de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado por que los medios de alimentación de carburante están concebidos para permitir a lo sumo 3 inyecciones por ciclo del pistón (2) en modo nominal, con una inyección principal precedida a lo sumo de dos inyecciones piloto.
7. Grupo motopropulsor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, caracterizado por que el catalizador reductor de los NOx (15) es una trampa de NOx de mezcla pobre (LNT) o un catalizador de tipo SCR asociado a medios de inyección de un agente reductor, dispuestos entre el catalizador de oxidación y el catalizador SCR.
8. Vehículo que comprende un grupo motopropulsor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7.

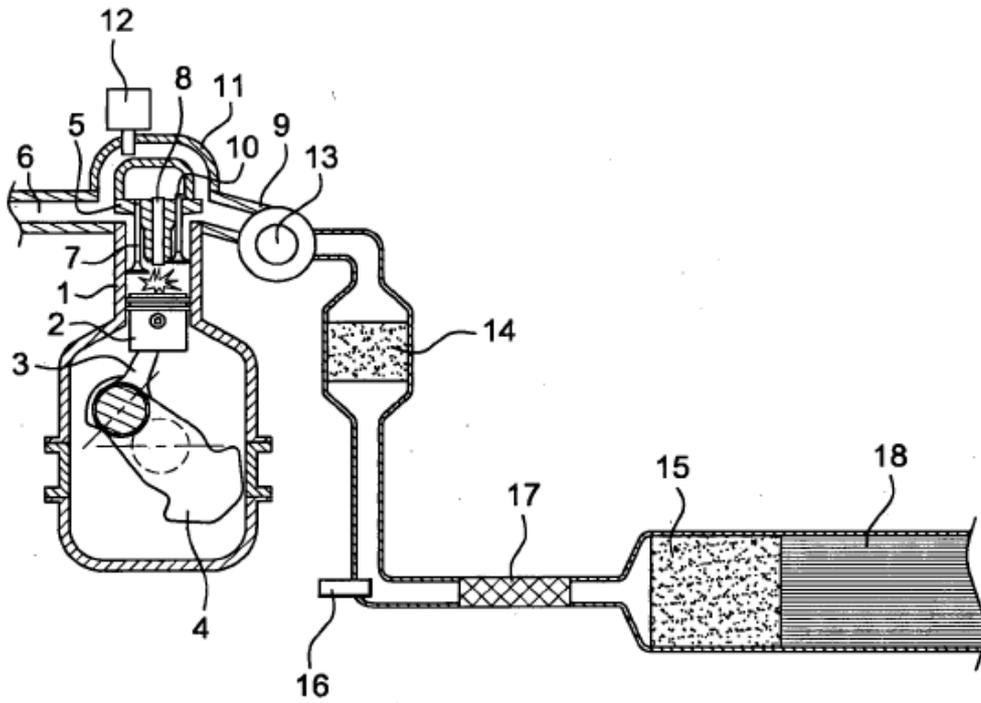


Fig. 1

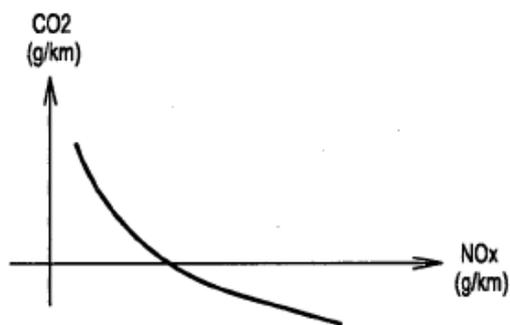


Fig. 2

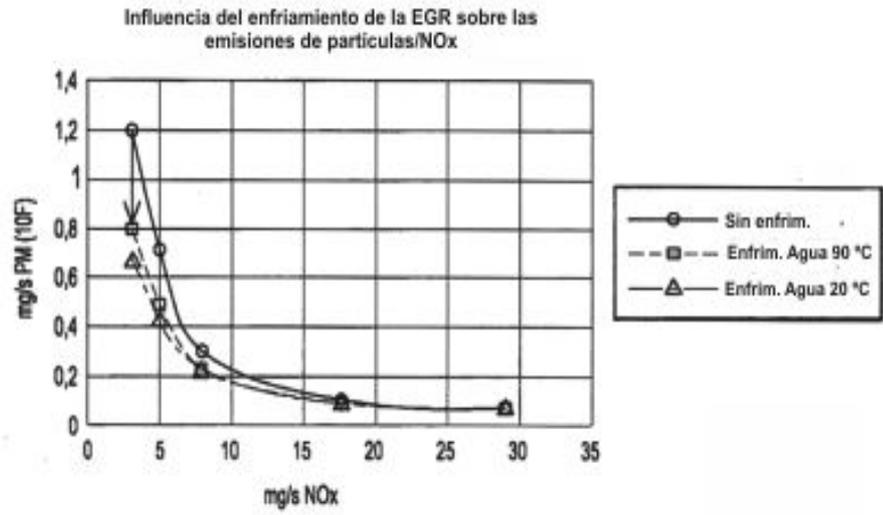


Fig. 3

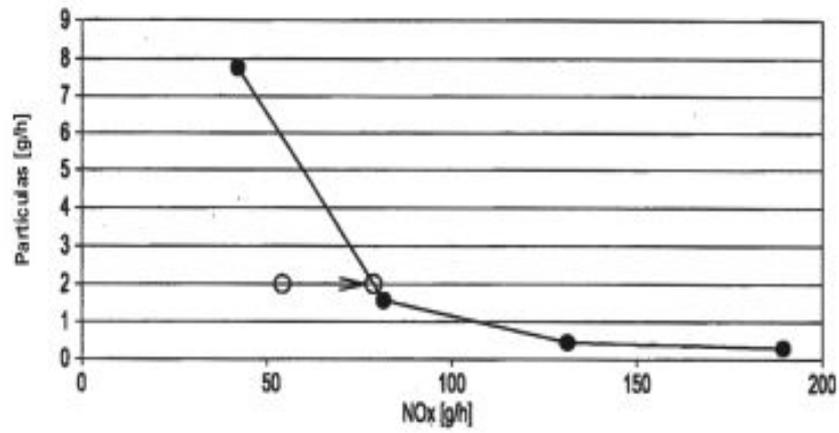


Fig. 4