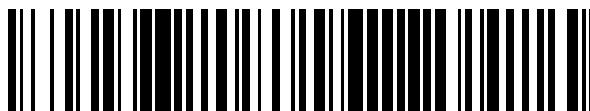


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 538 227**

51 Int. Cl.:

F02D 41/00 (2006.01)

F02D 41/22 (2006.01)

F02M 25/07 (2006.01)

G01N 33/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2008 E 12175040 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2015 EP 2514954**

54 Título: **Método de diagnóstico para un motor de combustión interna por análisis de sus gases de escape y dispositivo para implementar el mismo**

30 Prioridad:

03.08.2007 FR 0756945

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

18.06.2015

73 Titular/es:

**ECOSPHERE S.A. (100.0%)
1 rue de Nospelt
8360 Goetzingen, LU**

72 Inventor/es:

**CASTELLA, JEAN-PIERRE y
DEREGNAUCOURT, DAVID**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 538 227 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método de diagnóstico para un motor de combustión interna por análisis de sus gases de escape y dispositivo para implementar el mismo.

5 La presente invención se refiere a un método de diagnóstico para un motor de combustión interna por análisis de sus gases y un dispositivo para implementar dicho método.

La invención se refiere más particularmente al análisis de la combustión de los motores diesel, en particular con objeto de diagnosticar la eficiencia del sistema de control de la contaminación relacionado con este tipo de motor.

10 De hecho, la lucha contra la contaminación, con indiferencia de su origen, se encuentra en el centro de las discusiones internacionales hoy en día. Todos vehículos terrestres, con inclusión del automóvil, son parcialmente responsables. Los gobiernos y los fabricantes han estado trabajando desde hace años para limitar las emisiones contaminantes de estos vehículos. Las medidas adoptadas han ido en la dirección de un endurecimiento de los estándares anti-contaminación en los años venideros.

15 Mientras que los vehículos equipados con motores de ignición por chispa (gasolina, GPL (gas de petróleo licuado), GNV (gas natural para vehículos) y motores E85) son relativamente fáciles de limpiar utilizando catalizadores, la limpieza de los motores diesel es mucho más difícil. Las partículas emitidas por este tipo de motor no plantean problema particular alguno, en la medida en que están disponibles filtros muy eficaces en el mercado y equipan un número creciente de vehículos diesel.

20 La reducción de los óxidos de nitrógeno (NO_x), sin embargo, es mucho más dedicada, debido al hecho de que los sistemas de control de la contaminación utilizados, generalmente válvulas EGR (Recirculación del gas de escape) operan dependiendo de muchas variables relacionadas que pueden derivar. Esta deriva, a menudo difícil de diagnosticar, crea fallos problemáticos que impactan en el control apropiado de la contaminación del motor, en particular.

25 De modo más preciso, como se sabe, un motor diesel funciona en modo de exceso de aire, por tanto, en presencia de una gran cantidad de oxígeno, que causa químicamente emisiones fuertes de óxidos de nitrógeno (NO_x). Por el uso de la válvula EGR, se reinyectan gases de escape en la admisión, retardando con ello el punto de inflamación, y reduciendo adicionalmente la formación de NO_x. La válvula EGR esta accionada por una computadora desde ralentí hasta aproximadamente 3000 rpm, dependiendo de diversos parámetros.

30 La combustión de un motor diesel, por perfecta que pueda ser, produce hollín además de partículas. Este hollín causa un ensuciamiento de la válvula EGR y el colector de admisión a lo largo de kilometrajes variables. Cualquier modificación geométrica del colector de admisión (estrechamiento de los conductos debido a la deposición de hollín) causará un fallo por falta de llenado de aire. La eficiencia y la potencia del motor se verán afectadas notablemente.

35 La tubería de escape y el sistema de control de la contaminación se obstruirán también, aumentando los fallos del motor. Cuando el sistema de control de la contaminación se hace inoperante, la computadora controla la válvula EGR en la posición cerrada, pero reduce también la eficiencia del motor por imitación de la presión de sobrealimentación.

40 Aunque existen varios métodos que hacen posible determinar si los gases de escape de un motor exceden de los valores admisibles de contaminación atmosférica prescritos, tales como, por ejemplo, los descritos en la solicitud de patente BE 84 46 22 que propone, en particular, analizar los gases de escape del motor a fin de determinar si, para modos de control prescritos diferentes, sus niveles exceden de los valores de contaminación atmosférica admisibles estipulados en monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC).

45 Además, se conocen dispositivos y métodos para control del motor, v.g. para determinar la cantidad de gases de escape a reintroducir en el aire de combustión del motor. Por ejemplo, US 2002/157.458 describe un método para medir el dióxido de carbono en el aire recirculado de una precombustión del motor. US 6.457.461 describe un sistema y un método para diagnosticar un fallo de componente en un motor de combustión interna a fin de desviar el gas de escape desde el escape del motor a la admisión del motor. Entretanto, 2003/191.575 describe un sistema y un método para estimar el contenido de NO_x del gas de escape producido por un motor de combustión interna a fin de determinar las proporciones correctas de aire, combustible y gas de escape para controlar el motor, el sistema EGR y/o el turboalimentador.

50 Por otra parte, DE 10 2005013936 describe medidas de los niveles de dióxido de carbono para monitorizar la regeneración normal o suficiente de un filtro de partículas de motor diesel en una tubería de escape.

Actualmente, en el mantenimiento o la reparación de motores diesel, a fin de diagnosticar fallos en el motor, es bien conocido el método de medir la emisión de humo. No obstante, el test de humo-opacidad no permite diagnosticar con precisión qué parte del motor, o dispositivo asociado, es defectuosa.

En la actualidad no existe método alguno que permita diagnosticar con precisión y sencillez fallos que afecten negativamente al grado de contaminación de los gases de escape de un motor diesel.

La presente invención describe un método y un dispositivo para diagnosticar fallos en el motor durante el mantenimiento o la reparación de motores diesel.

- 5 Adicionalmente, la misma describe un método para determinar si el motor diesel, o al menos un dispositivo asociado al mismo, se ve afectado por un fallo de una naturaleza, por ejemplo, que altere la eficiencia del motor, cause una avería del motor o determine si el dispositivo es defectuoso.

La invención propone, en general, un método de diagnóstico para un motor diesel a fin de determinar si el motor, o al menos un dispositivo asociado al mismo, se ve afectado por uno o varios fallos que influyan negativamente en el grado de contaminación de los gases de escape producidos por este motor. El sistema de control de la contaminación se verá afectado análogamente.

El método de diagnóstico conforme a la presente invención comprende los pasos de analizar el nivel de un primer gas de escape, o la evolución del nivel del primer gas de escape, conforme a un estado predeterminado dicho motor, y deducir o identificar, a partir de dicho análisis, cualquier fallo que afecte al motor y/o el dispositivo conectado al mismo.

El estado predeterminado del motor debe entenderse como cualquier modo de velocidad adecuada del motor.

Los inventores observaron de hecho que, a partir del análisis de un gas de escape de motores diesel pueden identificarse con precisión los principales fallos que afectan al sistema de control de la contaminación del motor, y más generalmente, un buen número de fallos que afectan al motor diesel, o al menos un dispositivo asociado al mismo, y que tienen en particular un impacto directo sobre el nivel de contaminación de este motor.

Conforme a realizaciones particulares, el método puede comprender una o una combinación de cualquiera de las características siguientes:

- el nivel o evolución del primer gas de escape se analiza en combinación con el nivel, o evolución del nivel, de al menos otro gas de escape,
- 25 - el primer gas de escape y el al menos otro gas de escape se seleccionan del grupo consistente en dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), oxígeno (O₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), e hidrocarburos (HC) sin quemar,
- el nivel y la evolución del nivel de los gases seleccionados del grupo constituido por dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), oxígeno (O₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) e hidrocarburos (HC) sin quemar, se analizan dependiendo de varios estados predeterminados, y, a partir de dicho análisis, se deducen o se identifican los fallos, que pueden estar afectando al motor y/o al dispositivo conectado al mismo,
- 30 - conforme a un estado de operación determinado del motor, el nivel del primer gas de escape, solo o en combinación con al menos otro gas de escape, se mide y se compara con un primer nivel de dicho gas de escape para un estado que represente una operación normal de dicho motor o del dispositivo conectado al mismo, y/o se compara con un segundo nivel de dicho gas de escape medido para un estado que represente una operación anormal de dicho motor, o del dispositivo conectado al mismo, se identifica un fallo predeterminado, y a partir de dicha comparación, se deduce que dicho motor, o dicho dispositivo conectado al mismo, se ve afectado por dicho fallo predeterminado,
- 35 - el estado predeterminado del motor es a ralentí, parado después de estar funcionando a ralentí, durante el arranque, a ralentí después de haberse puesto en marcha, a 1200 rpm, entre alrededor de 3000 y alrededor de 3500 rpm, a plena carga, a ralentí después de haber estado funcionando a plena carga.

Conforme a otras realizaciones preferidas, tomadas preferiblemente en combinación:

- el método comprende los pasos de:
 - analizar la evolución del nivel de dióxido de carbono conforme a un estado operativo del motor causante de la apertura de una válvula de recirculación del gas de escape (EGR) conectada a dicho motor, utilizando una computadora que controla la apertura y cierre de dicha válvula, y
 - deducir, a partir de una falta de aumento del nivel de dióxido de carbono después de la apertura teórica de la válvula de recirculación del gas de escape, que dicha válvula no está controlada por la computadora o está bloqueada en la posición cerrada,

50 o los pasos de:

- analizar la evolución del nivel de dióxido de carbono conforme a un estado operativo de dicho motor causante del cierre de una válvula de recirculación del gas de escape conectada a dicho motor utilizando una computadora que controla la apertura y cierre de esta válvula, y
- 5 • deducir, a partir de una falta de disminución, para una velocidad del motor entre 3000 y 3500 rpm, del nivel de dióxido de carbono después del cierre teórico de la válvula de reciclo del gas de escape que dicha válvula está bloqueada en la posición abierta,
- o los pasos de:
 - analizar la evolución del nivel de dióxido de carbono, para una operación del motor a una velocidad inferior a 2700 rpm y a una velocidad entre 3000 y 3500 rpm, y
 - 10 • deducir a partir de un nivel de dióxido de carbono para dicha velocidad de 3000 y 3500 rpm igual a o mayor que el valor medido para una velocidad menor que 2700 rpm, que dicha válvula no cierra herméticamente,
 - el método comprende los pasos de:
 - analizar el nivel de dióxido de carbono y el nivel de oxígeno, y parar el motor después de una operación a 15 ralentí, y
 - deducir que la tubería de escape conectada dicho motor está atascada, si, al cabo de aproximadamente 40 segundos, el nivel de dióxido de carbono no ha descendido hasta un valor inferior a aproximadamente 1% y el nivel de oxígeno no es mayor que o igual a aproximadamente 20%,
 - el método comprende los pasos de:
 - 20 • analizar el nivel de dióxido de carbono y el nivel de oxígeno, para una operación del motor a plena carga, y
 - deducir, a partir de un nivel total de dióxido de carbono y oxígeno menor que aproximadamente 19%, que el motor tiene un llenado de aire insuficiente,
 - el método comprende los pasos de:
 - 25 • analizar el nivel de dióxido de carbono para una operación del motor a plena carga, y
 - deducir, a partir de una disminución en el nivel de dióxido de carbono durante la operación a plena carga que un inyector de colector común conectado a dicho motor está afectado por una fuga interna, o
 - deducir, a partir de un nivel de dióxido de carbono que disminuye aproximadamente 1% a 30 aproximadamente 5% entre el comienzo y el final de una fase a plena carga que dura aproximadamente 15 segundos, que un sistema inyector de colector común conectado a dicho motor está afectado por una fuga interna,
 - o los pasos de:
 - analizar la evolución del nivel de monóxido de carbono para una operación del motor a ralentí y a una velocidad mayor que o igual a 1200 rpm, y
 - deducir, a partir de un aumento en el nivel de monóxido de carbono con relación a la fase de ralentí, 35 que un sistema inyector de colector común conectado a dicho motor tiene una fuga interna,
 - el método comprende los pasos de:
 - analizar el nivel de dióxido de carbono para una operación del motor a plena carga, y
 - deducir, a partir de un aumento del nivel de dióxido de carbono durante la operación a plena carga, que 40 el regulador de flujo conectado a una bomba de alta presión de un sistema de inyección de colector común que equipa dicho motor es defectuoso,
 - o los pasos de:
 - analizar la evolución del nivel de dióxido de carbono, desde la ignición del motor hasta una velocidad de ralentí estabilizada de dicho motor sin recirculación del gas de escape, o el nivel de dióxido de carbono para una operación a plena carga de dicho motor, y

- deducir, a partir de un aumento en el nivel de dióxido de carbono que no excede de aproximadamente 4 segundos y no excede de aproximadamente 1,5%, que la bomba de alta presión del sistema de inyección de combustible que equipa dicho motor es defectuosa, o a partir de un aumento en el nivel de dióxido de carbono que excede de 2,5% que la bomba de tipo distribuidor de dicho sistema de inyección de combustible es defectuosa,

5 - el método comprende los pasos de:

- analizar el nivel de dióxido de carbono y el nivel de oxígeno para una operación del motor a plena carga, y
- deducir, a partir de un nivel total de dióxido de carbono y oxígeno menor que aproximadamente 19%, con un nivel de dióxido de carbono superior a aproximadamente 8%, y un nivel de oxígeno inferior a aproximadamente 10%, que el turboalimentador que equipa dicho motor es defectuoso,

o los pasos de:

- analizar la evolución de la concentración de hidrocarburos sin quemar para un aumento de velocidad o un retorno a ralentí de la misma, y

- deducir, a partir de un aumento en el nivel de hidrocarburos para el aumento de velocidad, y una concentración mayor que aproximadamente 40 ppm después de volver a ralentí, que el turboalimentador que equipa dicho motor tiene una fuga de aceite en al menos uno de sus cojinetes,

- el método comprende los pasos de:

- analizar el nivel de monóxido de carbono y el nivel de hidrocarburos sin quemar, y
- deducir, a partir de un nivel de monóxido de carbono mayor que aproximadamente 0,05% y un nivel de hidrocarburos mayor que aproximadamente 10 ppm, que una pulverización deficiente de los inyectores está afectando a dicho motor,

o los pasos de:

- analizar el nivel de óxidos de nitrógeno, sea durante una operación a ralentí del motor con recirculación del gas de escape, o durante una operación a plena carga, y

- deducir, para un motor diesel de inyección directa, a partir de un nivel de óxidos de nitrógeno mayor que aproximadamente 120 ppm que opera en ralentí, o mayor que aproximadamente 250 ppm para operación a plena carga que una pulverización deficiente de los inyectores está afectando a dicho motor

- el método comprende los pasos de:

- analizar el nivel de monóxido de carbono y el nivel de óxidos de nitrógeno para una operación del motor a ralentí, o a una velocidad de aproximadamente 3000 rpm, y

- deducir:

a) a partir de un nivel de monóxido de carbono menor que 0,005% y un nivel de óxidos de nitrógeno mayor que aproximadamente 140 ppm para un motor de inyección directa que opera a ralentí con recirculación del gas de escape, que dicho motor tiene un exceso de avance de la inyección; o

b) a partir del nivel de monóxido de carbono menor que aproximadamente 0,005% y un nivel de óxidos de nitrógeno mayor que aproximadamente 90 ppm para un motor de inyección indirecta que opera a ralentí, con recirculación del gas de escape, que dicho motor tiene un exceso de avance de la inyección; o

c) a partir de un nivel de monóxido de carbono mayor que 0,02% y un nivel de óxidos de nitrógeno menor que 90 ppm para un motor de inyección directa que opera a ralentí, que dicho motor está falto de avance de la inyección;

o

d) a partir de un nivel de monóxido de carbono mayor que 0,02% y un nivel de óxidos de nitrógeno mayor que 100 ppm para un motor de inyección directa que opera a una velocidad de aproximadamente 3000 rpm, que dicho motor está falto de avance de la inyección; o

e) a partir de un nivel de monóxido de carbono mayor que 0,02% y un nivel de óxidos de nitrógeno menor que 60 ppm para un motor de inyección directa que opera a ralentí, que dicho motor está falto de avance de la inyección;

o

f) a partir de un nivel de monóxido de carbono mayor que 0,02% y un nivel de óxidos de nitrógeno mayor que 60 ppm para un motor de inyección directa que opera a aproximadamente 3000 rpm, que dicho motor está falto de avance de la inyección,

- el método comprende los pasos de:

5 • analizar la evolución del nivel de monóxido de carbono y el nivel de óxidos de nitrógeno a lo largo de un aumento de velocidad del motor, desde ralentí a aproximadamente 1200 rpm, y

• deducir, a partir de una disminución en el nivel de óxidos de nitrógeno sin variación del nivel de monóxido de carbono, que el circuito de admisión que equipa dicho motor tiene una toma de aire.

- el método comprende los pasos de:

10 • analizar el nivel de hidrocarburos (HC) sin quemar para un motor que opera a ralentí, y

• deducir, a partir de un nivel mayor que 100 ppm que el circuito de inyección del motor está afectado por un agorrotamiento de los inyectores.

15 La presente invención se refiere también a un dispositivo para diagnosticar un motor diesel a fin de determinar si dicho motor, o al menos un dispositivo conectado al mismo, está afectado por al menos un fallo que influye negativamente en el grado de contaminación de los gases de escape producidos por dicho motor, que comprende medios para medir al menos un primer gas de escape seleccionado del grupo constituido por dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), oxígeno (O₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), e hidrocarburos (HC) sin quemar o una combinación de los mismos, medios para analizar el nivel de dicho gas, o la evolución de dicho nivel, conforme a uno o varios estados predeterminados de dicho motor, y medios de procesamiento capaces de identificar, a partir de
20 dicho análisis, cualquier fallo o fallos que afecten a dicho motor y/o a los dispositivos conectados al mismo.

Conforme a realizaciones particulares, el dispositivo de diagnóstico puede comprender una o una combinación de cualquiera de las características siguientes:

- los medios de análisis comprenden al menos un detector de gas en la forma de una celda de medición,

25 - el estado predeterminado del motor es ralentí, parado después de haber estado en ralentí, en puesta en marcha, en ralentí después de haberse puesto en marcha, a 1200 rpm, entre alrededor de 3000 y alrededor de 3500 rpm, a plena carga, a ralentí después de haber estado a plena carga.

La presente invención se refiere también a un programa de computadora ejecutable en el dispositivo conforme a la presente invención, que contiene instrucciones que, cuando se ejecutan, realizan los pasos metódicos del método conforme a la presente invención.

30 El motor diesel para el cual se establece un diagnóstico utilizando el dispositivo de diagnóstico conforme a la presente invención, se ilustra en la figura 1. De manera conocida, el mismo es un motor de combustión interna diesel 1, por ejemplo para un automóvil, un camión, un tractor, o un barco. En la figura 1, el motor utiliza inyección directa, que comprende, en el lado de la admisión, un circuito de suministro de aire de sobre alimentación 2 y, en el lado del escape, un conducto de gas de escape 3. En otra realización, el motor diesel puede ser del tipo de inyección
35 indirecta.

Los gases de escape en el conducto del gas de escape 3 impulsan un turboalimentador 4 provisto con una entrada de aire atmosférico 5.

Estos gases de escape pueden procesarse por medio de un catalizador y un filtro de partículas, no representados en la figura, después de lo cual se descargan al entorno.

40 Se proporciona también un dispositivo de recirculación del gas de escape que comprende una tubería de extracción para purga de los gases de escape en el conducto de gas de escape 3 y una válvula EGR 7 que controla la admisión de estos gases de escape extraídos por la tubería 6 en el circuito de admisión, es decir en este caso el circuito de suministro de aire de sobrealimentación 2.

45 El motor diesel se provee también de combustible (aceite diesel) por inyectores 8, suministrados a su vez por un colector común 9 conectado a una bomba de inyección de alta presión 10.

En otra realización, el motor diesel de combustión interna puede no comprender un turboalimentador. Además, el colector común 9 y la bomba de inyección de alta presión 10 pueden estar reemplazados por una bomba de inyección de combustible de tipo distribuidor.

50 Está provisto también un centro de control electrónico 11 para controlar, en particular, la válvula EGR 7 y la bomba de inyección de alta presión 10.

El dispositivo de diagnóstico 20, conforme a la presente invención, comprende un analizador multigas 21 protegido por un sistema de filtración. En la práctica, éste es un analizador de cinco gases equipado con varios detectores de gas presentes en la forma de un banco óptico que detecta hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), y celdas de detección de oxígeno y óxidos de nitrógeno, por ejemplo del tipo comercializado por la compañía City Technology, apto para medir niveles de gas.

Más precisamente, los gases detectados por estas celdas y este banco son dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), oxígeno (O₂) óxidos de nitrógeno (NOx) e hidrocarburos sin quemar (tales como hexano y propano, por ejemplo).

El tubo colector 22 del analizador se introduce en la tubería de escape; sin embargo, en otra realización, el análisis puede hacerse a la salida de la tubería. Es posible también implementar un sistema que comprende detectores acoplados a medios para analizar señales emitidas por detectores de gas, a fin de calcular los niveles de gas respectivos.

El detector multigas 21 está conectado funcionalmente por el tubo de medida 22 a medios 23 para interpretar los diversos valores medidos. Los medios 23 comprenden componentes electrónicos de procesamiento de señales que permiten en particular un puesta en fase de los valores, y una microcomputadora tradicional, que comprende una unidad central de procesamiento, memoria de acceso aleatorio (RAM) y memoria de sólo lectura (ROM), y unidades de entrada/salida interconectadas por barras cas así como un suministro de potencia.

Medios para presentación de los resultados del diagnóstico están provistos también aquí con el dispositivo 20.

La microcomputadora es un aparato de diagnóstico dedicado especialmente a la implementación del método de diagnóstico conforme a la presente invención. En otra realización, puede tratarse de una microcomputadora de un aparato de diagnóstico para un motor de combustión interna más general, o la microcomputadora de un ordenador personal (PC).

Pueden estar conectados al aparato medios de impresión, para imprimir el informe, o informes, relativo(s) al diagnóstico, preferiblemente hojas de mantenimiento que indiquen las comprobaciones y reparaciones a realizar.

Los algoritmos (defectos modelizados) utilizados para la implementación del método de diagnóstico conforme a la presente invención están por tanto presentes en la forma de al menos un programa transferido a la microcomputadora para interpretar los diversos valores medidos.

El método de diagnóstico está presente, en una realización preferida, en la forma del protocolo que se describirá a continuación con mayor detalle como complemento a la tabla 1, que hace posible diagnosticar la eficacia del sistema de control de la contaminación asociado con el motor diesel descrito como soporte de la figura 1.

El protocolo hace posible realizar un barrido del intervalo de trabajo completo de la operación del motor por comprobación de todos los pasos de combustión con su transformación química afín. El mismo hace posible en particular diagnosticar de modo muy preciso los fallos del motor o dispositivos asociados con el motor que son las causas del fallo del sistema de control de la contaminación de este motor.

Antes de acometer el método de medida y diagnóstico, el protocolo pide al usuario que especifique el tipo de motor diesel sobre el que se está realizando el diagnóstico (modo de inyección, presencia o no de turboalimentador...).

Preferiblemente, la medida se realiza cada 500 millas (805 km).

El dispositivo de diagnóstico 20 conforme a la presente invención, que implementa al método de diagnóstico descrito, está presente en la forma de un aparato independiente apto para ser incorporado, a fin de realizar medidas de carga.

Debe observarse a este respecto que los niveles de gas se expresan, en el marco de la presente invención, en porcentajes, o en ppm (mg/l).

El método de diagnóstico dinámico conforme a la invención se implementa con el dispositivo conforme al protocolo que se describirá a continuación como complemento a la tabla 1 siguiente. El mismo se implementa preferiblemente en un motor diesel caliente.

1. Primer ralentí

Durante esta fase, se mide el nivel de hidrocarburos (HC) sin quemar. De hecho, un nivel de hidrocarburos (HC) mayor que 100 ppm a ralentí es el signo de un problema importante con el circuito de inyección que corresponde a un agarrotamiento de los inyectores. En este caso, el protocolo no podrá continuar y el dispositivo de diagnóstico presentará la anomalía observada. Sea necesario entonces comprobar los inyectores y el circuito de aceite diesel.

Las comprobaciones del test de introducción del tubo permiten determinar si el tubo estaba introducido realmente en la tubería de escape.

2. Apagado del motor

- 5 La duración de esta fase es variable, dependiendo del nivel de dióxido de carbono (CO₂): planificada inicialmente para una duración de 50 segundos, la misma puede prolongarse 60 segundos más si el valor de este gas es demasiado alto a fin de detectar y analizar el aumento del dióxido de carbono (CO₂) durante la puesta en marcha del motor, en el paso siguiente.

3. Puesta en marcha del motor con mantenimiento a ralentí

- 10 Durante esta fase, se analiza la operación apropiada de la válvula EGR y de la bomba y los inyectores. Lo que se comprueba es:

- operación del control de la válvula EGR (mando en posición cerrada) por la computadora;
- operación de la válvula EGR por el valor de dióxido de carbono (CO₂), cuyo nivel tiene que aumentar con su apertura;
- 15 - operación de la válvula EGR por el valor de óxidos de nitrógeno (NOx), cuyo nivel tiene que disminuir consecutivamente a su apertura;
- nivel de gas recirculado por el valor de dióxido de carbono (CO₂);
- aumento en la presión del circuito de aceite diesel por el aumento de tiempo del valor de dióxido de carbono (CO₂) (aumento de la presión de la bomba);
- 20 - pulverización de los inyectores por los valores de monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y óxidos de nitrógeno (NOx);
- punto de inyección por los valores de monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx);
- la compresión del motor (condición general de la mecánica) por los valores de hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO);
- 25 - coeficiente de llenado de aire del motor por la combinación de los valores de dióxido de carbono (CO₂) y oxígeno (O₂). El nivel de dióxido de carbono (CO₂), después de la puesta en marcha del motor, tiene que alcanzar rápidamente 1,7% a 2,7%, lo que significa que la cantidad de aceite diesel inyectado es correcta. El mismo debe aumentar entonces proporcionalmente a la apertura de la válvula EGR sin exceder de un valor de 5,6%.

4. Motor a 12.000 rpm

- 30 A esta velocidad, existe un equilibrio de la presión del colector con la presión atmosférica. Esto hace posible la detección de cualquier toma de aire en el circuito de admisión. Para hacer resaltar este fallo, se tienen en cuenta los niveles de óxidos de nitrógeno (NOx) y monóxido de carbono (CO): el valor de óxidos de nitrógeno (NOx) debe disminuir sensiblemente, y el valor de monóxido de carbono (CO) sigue siendo el mismo con relación a la velocidad a ralentí.

5. Motor a una velocidad del motor entre 3300 y 3500 rpm

- 35 A lo largo de este intervalo de velocidades, la válvula EGR tiene que estar cerrada. Durante esta fase, lo que se comprueba es:

- cierre de la válvula EGR por la disminución del valor de dióxido de carbono (CO₂);
- sellado de la válvula EGR por el nivel de dióxido de carbono (CO₂),
- sellado de los cojinetes principales del turboalimentador por el valor de hidrocarburos (HC);
- 40 - el coeficiente de llenado de la válvula EGR cerrada por la combinación de los niveles de dióxido de carbono (CO₂) y oxígeno (O₂);
- la sincronización de la inyección por los valores de monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx).

6. Motor a plena carga

Este test se realiza con el acelerador pisado a fondo a la velocidad máxima de gobierno. Durante esta fase, lo que se comprueba es:

- fugas internas de los inyectores por la válvula de dióxido de carbono (CO₂);
- el regulador de flujo en los sistemas de colector común por el nivel de dióxido de carbono (CO₂);
- 5 - la operación del turboalimentador por el valor de dióxido de carbono (CO₂);
- el llenado insuficiente del motor con oxígeno, debido por ejemplo a obstrucción del colector de admisión, teniendo en cuenta la combinación de oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂);
- el flujo de la bomba de alta presión por el valor de dióxido de carbono (CO₂);
- la pulverización de los inyectores por el valor de óxidos de nitrógeno (NO_x).

10 7. Retorno a ralentí

La realización de esta fase permite confirmar la operación apropiada o inapropiada de la válvula EGR así como su control. Podrá comprobarse también el sellado de los cojinetes principales del turboalimentador.

8. Apagado del motor

- 15 Durante esta fase, se pondrá de relieve cualquier atascamiento de la tubería de escape por los valores de dióxido de carbono (CO₂) y oxígeno (O₂) (el nivel de O₂ tiene que alcanzar rápidamente 20%, y el nivel de dióxido de carbono (CO₂) debe tender hacia cero). En el evento de atascamiento de la tubería de escape, el nivel de recirculación del gas de escape será demasiado alto y conducirá a un fallo de circuito de control de la contaminación.

TABLA 1

Puesta en marcha del motor	Ralentí	Apagado del motor	Puesta en marcha	Ralentí	Alrededor de 1200 rpm	Entre 3000 y 3500 rpm	Plena carga	Ralentí	Apagado del motor
	30s	50 o 110s	40s		30s	40s	15s	30s	90s
	Test de agarrotamiento de inyectores								
		Test de niveles de CO ₂							
	Test de introducción del tubo								
									Atascamiento de la tubería de escape
							Pulverización deficiente de los inyectores		
							Fugas internas en los inyectores		
						Válvula EGR defectuosa			
				Válvula EGR deficientemente controlada o neutralizada				Válvula EGR deficientemente controlada o neutralizada	
						Fugas en el Cojinete Principal del turbo-alimentador		Fugas en el Cojinete Principal del turbo-alimentador	
							Turbo-alimentador deficiente		
			Bomba HP deficiente				Bomba HP deficiente		
							Regulador de flujo deficiente		
							Problema de llenado del motor		
					Toma de aire en el circuito de admisión				
			Problema de flujo	Problema de flujo			Problema de flujo		
				Falta de avance		Falta de avance			
				Avance excesivo		Avance excesivo			

El test es descrito por tanto por una persona en los controles del vehículo que sigue las instrucciones proporcionadas por el software durante la realización del protocolo.

- 5 Los diversos fallos que pueden ser detectados e identificados también utilizando la presente invención se describen a continuación con mayor detalle.

1. Válvula EGR no controlada o neutralizada desactivar

Como se ha indicado arriba, la válvula EGR hace posible la recirculación de parte de los gases de escape en la admisión a fin de limitar la presencia de óxidos de nitrógeno (NOx). El método de comprobación está basado en el

valor de dióxido de carbono (CO_2), que aumenta cuando la computadora ordena la apertura de la válvula EGR. El valor de dióxido de carbono (CO_2), con la válvula EGR cerrada, a ralentí, está comprendido normalmente entre 1,6% y 2,7%. Admitiendo, por ejemplo, que se recicla el 100% de estos valores, el nivel de dióxido de carbono (CO_2) debería estar comprendido entonces dentro de un intervalo entre 3,2% y 5,4%. Si estos valores están entre 1,6% y 2,7% en ambas fases de ralentí del protocolo, la válvula EGR no está comandada por la computadora, debido por ejemplo a un medidor de flujo de aire defectuoso, o está neutralizada (bloqueada en posición cerrada).

2. Válvula EGR defectuosa o que no cierra herméticamente

La válvula EGR está comandada por la computadora a lo largo de intervalos de velocidad considerados por el protocolo: hacia 3000 rpm, en la práctica entre 2700 rpm y 3000 rpm, la computadora cierra la válvula EGR y por tanto la recirculación de los gases de escape en la admisión, lo cual crea una disminución del nivel de dióxido de carbono. Además, si la válvula EGR falla en lo que respecta a sellado debido a ensuciamiento, el valor de dióxido de carbono (CO_2) será igual a, o mayor que, los niveles medidos durante las fases de ralentí y 1200 rpm (a ralentí, durante la apertura de la válvula EGR, el valor recirculado de dióxido de carbono (CO_2) no debe exceder del valor de 5,8% e incluso, preferiblemente, 5,6%). A este respecto, un atascamiento importante de la tubería de escape puede estar en el origen del ensuciamiento de la válvula EGR.

3. Tubería de escape atascada

El papel de la tubería de escape es crucial: la reducción de los decibelios del motor y la evacuación de los gases quemados. En los vehículos con control de la contaminación, la tubería de escape está equipada con una tubería de oxidación o un filtro de partículas. Estos elementos deben tener un mínimo de pérdida de carga para funcionar satisfactoriamente. Un problema del motor, que conduzca a una descarga de gases sin quemar y hollín y partículas en cantidad demasiado grande, atascará la tubería de escape. Además, esto causará un exceso de gas de escape recirculado en la admisión por la EGR, aumentando con ello el fallo inicial y causando una cantidad mayor de gases contaminantes en la descarga. Esto tiene consecuencias importantes para la operación del motor y su sistema de control de la contaminación. En casos extremos, ello puede impedir la puesta en marcha del motor. Es durante la última fase del protocolo, apagado del motor, cuando se comprueba la tubería de escape. Cuando se para el motor, los valores de dióxido de carbono (CO_2) deben descender rápidamente hasta un valor inferior a 1% y análogamente, el valor de oxígeno O_2 debe exceder de 20%. Si no se alcanzan estos valores al cabo de 40 segundos, la tubería de escape debe considerarse atascada.

4. Problema de llenado

El llenado es la capacidad física del motor para admitir aire. En un motor diesel, la compresión del aire hace posible la ignición del aceite diesel por elevación de la temperatura en el cilindro. Una cantidad deficiente de aire admitida en el motor causa los fallos siguientes:

- un retardo de la ignición demasiado largo que tiene como consecuencia una formación de hollín y partículas;
- un aumento en el consumo con pérdida de potencia observada en la carretera.
- humo en el escape durante la aceleración-.

Las causas posibles de un problema de llenado son:

- atascamiento de la tubería de escape;
- atascamiento del conducto de admisión;
- una válvula EGR que no cierra herméticamente;
- una válvula de solenoide del turboalimentador defectuosa;
- un turboalimentador defectuoso;
- holgura incorrecta en las válvulas;
- apagado del motor.

Dado que la atmósfera está constituida por aproximadamente 20,9% de oxígeno (O_2) referido a contenido de aire, y teniendo en cuenta la combustión de los hidrocarburos (HC) como consecuencia del quemado en la fase de ralentí, la suma de los niveles de oxígeno (O_2) y dióxido de carbono (CO_2) tiene que ser al menos igual a 19% durante la fase de plena carga. En caso contrario, el motor tiene llenado insuficiente.

5. Fuga interna de los inyectores de colector común

Los inyectores de colector común son generalmente del tipo electrohidráulico. Al nivel hidráulico, los mismos están equipados con dos cámaras (superior e inferior) en las cuales el equilibrio o desequilibrio de presión permiten mantener la aguja del inyector en la posición cerrada, o en la posición abierta. Un circuito interno hace posible conectar estas dos cámaras y asegurar el retorno del aceite diesel. Cuando existe una fuga interna en el retorno de los inyectores, la cantidad de combustible (disminución de la presión) y el momento de paso a la posición abierta de la aguja del inyector se modifican. Esto causa una pérdida de eficiencia (corrección del punto de inyección y falta de flujo). En el caso de una fuga importante, este fallo puede incluso impedir la puesta en marcha del motor. El descubrimiento de fugas internas de los inyectores se realiza:

- a 1200 y 3000 rpm por un aumento en el monóxido de carbono (CO) con relación a la fase de ralentí;
- a plena carga, por un nivel de dióxido de carbono (CO₂) que disminuye en 1 a 5% entre el principio y el final de la fase.

Ambos análisis pueden realizarse, por supuesto, uno como complemento del otro.

6. Comprobación del regulador de flujo de las bombas de alta presión (HP) en los sistemas de colector común.

Los sistemas de colector común están equipados con una bomba HP, cuya misión es generar presión conforme a la carga y la velocidad. La cantidad de aceite diesel inyectada en la cámara de combustión, por ciclo, depende de esta presión. El regulador de flujo sirve para inyectar la cantidad necesaria y suficiente de aceite diesel, lo que da como resultado limitar notablemente la temperatura del combustible al nivel del circuito de retorno en el depósito. Cuando regulador de flujo es defectuoso, no se inyectará en los cilindros la cantidad óptima de aceite diesel, lo cual dará como resultado una disminución de la eficiencia del motor. La demostración del fallo de un regulador de flujo se realiza a plena carga, cuando la bomba proporciona presión máxima en sus dos primeros pistones. Cuando el elevador de flujo es hidráulicamente defectuoso, la presión máxima no se alcanza inmediatamente, por lo cual el flujo no es constante. Esto se traducirá en un nivel de dióxido de carbono (CO₂), conectado a la cantidad de aceite diesel inyectada y quemada, que muestra un aumento en sus valores entre el comienzo y el final de la fase de plena carga. Este aumento de la concentración volumétrica (CO₂) tiene que ser mayor que 8% para validar el fallo.

7. Bomba de alta presión defectuosa

La bomba de alta presión permite generar una presión del aceite diesel que depende de la velocidad del motor y la carga (en la práctica hasta 1800 bar; 1 bar = 10⁵ Pa). Esta presión es variable de acuerdo con los tipos de bomba y los sistemas utilizados. El aumento en la presión de la bomba se visualiza por la pendiente de dióxido de carbono (CO₂) durante la puesta en marcha del motor, pero también a su valor máximo a ralentí (con la válvula EGR cerrada). La fase de aumento de dióxido de carbono (CO₂) hasta que se estabiliza el ralentí no debe exceder de 4 segundos, y su valor tiene que ser superior a 1,6%, e incluso 1,7% en la práctica. Durante la fase de plena carga, la bomba debe suministrar a pleno flujo en sus dos primeros pistones. Si esto falla, el valor de dióxido de carbono (CO₂) no sobrepasará 2,5%. En las bombas de inyección de combustible de tipo distribuidor, aunque su principio operativo es diferente, los valores serán idénticos.

8. Pulverización deficiente de los inyectores

La calidad de la pulverización de los inyectores es esencial para asegurar la combustión óptima de la totalidad del aceite diesel inyectado en la cámara de combustión. En caso contrario, la post-combustión se prolongará y generará un aumento en la temperatura con formación significativa de óxidos de nitrógeno (NOx). Habrá también elementos sin quemar en la forma de hidrocarburos (HC) residuales y monóxido de carbono (CO) (nivel de (HC) mayor que 10 ppm y valor de CO mayor que 0,05%, con indiferencia de la velocidad). Durante una pulverización inadecuada de los inyectores, el nivel de óxidos de nitrógeno (NOx) dependerá del tipo de inyección:

- inyección directa: nivel mayor que 120 ppm a ralentí (válvula EGR abierta) y valor mayor que 300 ppm a plena carga;
- inyección indirecta: nivel mayor que 120 ppm a ralentí (válvula EGR abierta) y valor mayor que 250 ppm a plena carga.

9. Fugas en los cojinetes principales del turboalimentador

El turboalimentador permite aumentar el llenado de aire del motor, y por tanto su eficiencia. Se trata de una máquina rotativa que utiliza la presión de los gases de escape para aspirar y comprimir el aire exterior admitido en el motor. La paleta y el eje del turboalimentador pueden sobrepasar una velocidad de rotación de 150.000 rpm. A esta velocidad, cualesquiera fallos de lubricación causarán la destrucción de los cojinetes y el turboalimentador. La rotura de los cojinetes hace que el aceite se aspire de nuevo y el motor vaya a toda velocidad hasta que se rompe. Una

fuga de aceite en un cojinete del turboalimentador es un signo preocupante de desgaste. En caso de fugas de los cojinetes del turboalimentador:

- a la velocidad de 3000 rpm, el nivel de hidrocarburos HC aumentará con relación a los valores medidos a ralentí y a 1200 rpm;

5 - análogamente, durante la fase de plena carga, el nivel de hidrocarburos HC será mayor que los valores medidos a 3000 rpm;

- después de retorno a ralentí, el nivel hidrocarburos HC excede del valor de 40 ppm.

10. Turboalimentador defectuoso

10 Cuando el turboalimentador es defectuoso, debido a una paleta agarrotada o a una reducción de la presión de sobrealimentación, en particular, el coeficiente de llenado disminuirá notablemente. A plena carga, la adición de los niveles de oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂) será entonces menor que 19% con un valor de dióxido de carbono (CO₂) mayor que 8% y un nivel de oxígeno (O₂) menor que 10,5%.

11. Exceso de avance de la inyección

15 Una inyección de aceite diesel realizada demasiado pronto causa un aumento excesivamente rápido de la presión en el cilindro, identificado por vibraciones del motor. En los vehículos equipados con una bomba de inyección de combustible de tipo distribuidor, es necesario el bloqueo, pero en los sistemas de colector común es necesario actuar sobre el origen del fallo, dado que no existe acción alguna de bloqueo manual. Un exceso de avance se identifica por:

20 - valores de inyección directa: A ralentí, con la válvula EGR abierta, los niveles de monóxido de carbono (CO) son inferiores a 0,005%, con valores de óxidos de nitrógeno (NOx) mayores que 140 ppm;

- valores de inyección indirecta: A ralentí, con la válvula EGR abierta, los valores de monóxido de carbono (CO) son inferiores a 0,005% con valores de óxidos de nitrógeno (NOx) mayores que 90 ppm.

12. Falta de avance de la inyección

25 Una falta de avance se identifica por una deficiencia de rendimiento debida a una combustión presente todavía durante el descenso del pistón. El aceite diesel inyectado no puede quemarse correctamente debido a que, cuando el pistón desciende, la temperatura baja. Durante una falta de avance, los valores notables del gas serán:

- valores de inyección directa:

- . al ralentí, los niveles de monóxido de carbono (CO) son mayores que 0,02%, con valores de óxidos de nitrógeno (NOx) menores que 90 ppm;

30 . a una velocidad de aproximadamente 3000 rpm, los niveles de monóxido de carbono (CO) son mayores que 0,02%, con valores de óxidos de nitrógeno (NOx) mayores que 100 ppm;

- valores de inyección indirecta:

- . al ralentí, los niveles de monóxido de carbono (CO) son mayores que 0,02%, con valores de óxidos de nitrógeno (NOx) menores que 60 ppm.

35 . a una velocidad de aproximadamente 3000 rpm, los niveles de monóxido de carbono (CO) son mayores que 0,02% con valores de óxidos de nitrógeno (NOx) mayores que 60 ppm.

13. Toma de aire en el circuito de alimentación

40 Cuando el motor gira a aproximadamente 1200 rpm, la presión del colector y la presión atmosférica están en equilibrio. Esto permite detectar cualquier toma de aire en el circuito de admisión. Para hacer resaltar este fallo, se tienen en cuenta los niveles de óxidos de nitrógeno (NOx) y monóxido de carbono (CO). En la práctica, el valor de óxidos de nitrógeno (NOx) debería disminuir apreciablemente y el valor de monóxido de carbono (CO) debería mantenerse idéntico, con relación a la velocidad a ralentí.

14. Problema de flujo

45 Como se ha indicado anteriormente, el flujo de aceite diesel está controlado por los valores de CO₂ a lo largo de toda la gama de velocidades. A ralentí, si el valor de CO₂ es menor que 1,7% y éste no excede de 2,5% a plena carga, se demuestra entonces un problema en el flujo de aceite diesel. El valor de CO₂ tiene que ser mayor que 1% para continuar el test.

El método de diagnóstico conforme a la presente invención implementa una monitorización dinámica de la combustión del motor diesel, en particular por la medida de al menos uno de (i) la concentración de cada uno de los dos gases diferentes para una velocidad predeterminada del motor, (ii) la concentración de un mismo gas en dos momentos diferentes de una velocidad estabilizada del motor o a lo largo de cada uno de los dos intervalos diferentes de velocidades del motor o para cada uno de dos estados diferentes de un dispositivo conectado al motor, a fin de determinar un estado resultante de la suma de las concentraciones volumétricas de dos gases diferentes o de una variación de concentración de un mismo gas a fin de establecer la existencia de un fallo dado en el caso de deriva con relación a un estado de referencia.

Conforme este método, se realiza al menos la concentración volumétrica de dióxido de carbono, y, preferiblemente, también al menos uno de los gases seleccionados del grupo que incluye monóxido de carbono (CO), oxígeno (O₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) e hidrocarburos (HC) sin quemar, analizándose muy ventajosamente los cinco gases para establecer un diagnóstico completo.

Por supuesto, la presente misión no está limitada a las realizaciones descritas e ilustradas.

En particular, el dispositivo de diagnóstico puede, por ejemplo, tomar la forma de un sistema incorporado.

REIVINDICACIONES

1. Un método de diagnóstico para un motor diesel a fin de determinar si dicho motor, o al menos un dispositivo conectado a dicho motor, está afectado por uno o varios fallos que impactan negativamente en el grado de contaminación de los gases de escape producidos por dicho motor, que comprende los pasos de:
 - 5 - analizar el nivel de un primer gas de escape, o la evolución del nivel de dicho gas de escape, conforme a un estado predeterminado de dicho motor, y
 - deducir o identificar, a partir de dicho análisis, un fallo que afecta a dicho motor y/o dicho dispositivo conectado al mismo,
 - en donde dicho primer gases de escape es dióxido de carbono (CO₂).
- 10 2. El método conforme a la reivindicación 1, en donde el nivel o la evolución del primer gas de escape se analiza en combinación con el nivel, o evolución del nivel, de al menos otro gas de escape.
3. El método conforme a la reivindicación 2, en donde el al menos otro gas de escape se selecciona del grupo constituido por monóxido de carbono (CO), oxígeno (O₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), e hidrocarburos (HC) sin quemar.
- 15 4. El método conforme a cualquiera de las reivindicaciones 2 ó 3, en el que el nivel y la evolución del nivel de los gases se analizan dependiendo de varios estados predeterminados y, a partir de dicho análisis, se deducen o se identifican los fallos que pueden estar afectando al motor y/o el dispositivo conectado al mismo.
5. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, conforme a un estado operativo predeterminado del motor, el nivel del primer gas de escape, solo o en combinación con al menos otro gas
20 de escape, se mide y se compara con un primer nivel de dicho gas de escape medido para un estado que representa una operación normal de dicho motor o el dispositivo conectado al mismo, y/o se compara con un segundo nivel de dicho gas de escape medido para un estado que representa una operación anormal de dicho motor, o el dispositivo conectado al mismo, y se identifica un fallo predeterminado, y a partir de dicha comparación, se deduce que dicho motor, o dicho dispositivo conectado al mismo, está afectado por dicho fallo predeterminado.
- 25 6. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el estado predeterminado del motor es uno de los siguientes: ralentí, parado después de estar a ralentí, ralentí después de la puesta en marcha, 1200 rpm, entre aproximadamente 3000 y aproximadamente 3500 rpm, a plena carga, y ralentí después de estar a plena carga.
7. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos de:
 - 30 - analizar la evolución del nivel de dióxido de carbono conforme a un estado operativo del motor que causa la apertura de una válvula de recirculación del gas de escape (EGR) conectada a dicho motor, utilizando una computadora que controla la apertura y cierre de dicha válvula, y
 - deducir, a partir de una falta de aumento del nivel de dióxido de carbono después de apertura teórica de la válvula de recirculación del gas de escape, que dicha válvula no está controlada por gas de la computadora o está
35 bloqueada en la posición cerrada, o los pasos de:
 - analizar la evolución del nivel de dióxido de carbono conforme a un estado operativo de dicho motor que causa el cierre de una válvula de recirculación del gas de escape conectada a dicho motor utilizando una computadora que controla la apertura y cierre de esta válvula, y
 - deducir, a partir de una falta de disminución, para una velocidad del motor entre 3000 y 3500 rpm, del nivel
40 de dióxido de carbono después de cierre teórico de la válvula de recirculación del gas de escape, que dicha válvula está bloqueada en la posición abierta, o los pasos de:
 - analizar la evolución del nivel de dióxido de carbono, para una operación del motor a una velocidad inferior a 2700 rpm y a una velocidad entre 3000 y 3500 rpm, y
 - deducir, a partir de un nivel de dióxido de carbono para dicha velocidad 3000 y 3500 rpm igual a, o mayor
45 que, el valor medido para una velocidad menor que 2700 rpm, que dicha válvula no cierra correctamente.
8. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos de:
 - analizar el nivel de dióxido de carbono y el nivel de oxígeno, con motor parado después de una operación a ralentí, y

- deducir que la tubería de escape conectada a dicho motor está atascada si, al cabo de aproximadamente 40 segundos, el nivel de dióxido de carbono no ha descendido a un valor inferior a aproximadamente 1% y el nivel oxígeno no es mayor que igual a aproximadamente 20%.

9. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos de:

5 - analizar el nivel de dióxido de carbono y el nivel de oxígeno, para una operación del motor a plena carga, y

- deducir, a partir de un nivel total de dióxido de carbono y oxígeno menor que aproximadamente 19%, que el motor tiene un llenado de aire insuficiente.

10. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos de:

10 - analizar el nivel de dióxido de carbono para una operación del motor a plena carga, y

- deducir, a partir de una disminución en el nivel de dióxido de carbono durante la operación a plena carga que un inyector de colector común conectado a dicho motor está afectado por una fuga interna, o

15 - deducir, a partir de un nivel de dióxido de carbono que disminuye aproximadamente 1% a aproximadamente 5% entre el comienzo y el final de una fase a plena carga que dura aproximadamente 15 segundos, que un sistema inyector de colector común conectado a dicho motor está afectado por una fuga interna, o los pasos de:

- analizar la evolución del nivel de monóxido de carbono para una operación del motor a ralentí y a una velocidad mayor que o igual a 1200 rpm, y

- deducir, a partir de un aumento en el nivel de monóxido de carbono con relación a la fase de ralentí, que un sistema inyector de colector común conectado a dicho motor tiene una fuga interna.

20 11. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos de:

- analizar el nivel de dióxido de carbono para una operación del motor a plena carga, y

- deducir, a partir de un aumento del nivel de dióxido de carbono durante la operación a plena carga, que el regulador de flujo conectado a una bomba de alta presión de un sistema de inyección de colector común que equipa dicho motor es defectuoso, o los pasos de:

25 - analizar la evolución del nivel de dióxido de carbono, desde la ignición del motor hasta una velocidad de ralentí estabilizada de dicho motor sin recirculación del gas de escape, o el nivel de dióxido de carbono para una operación a plena carga de dicho motor, y

30 - deducir, a partir de un aumento en el nivel de dióxido de carbono que no excede de aproximadamente 4 segundos y no excede de aproximadamente 1,5%, que la bomba de alta presión del sistema de inyección de combustible que equipa dicho motor es defectuosa, o a partir de un aumento en el nivel de dióxido de carbono que excede de 2,5% que la bomba de tipo distribuidor de dicho sistema de inyección de combustible es defectuosa.

12. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos de:

- analizar el nivel de dióxido de carbono y el nivel de oxígeno para una operación del motor a plena carga, y

35 - deducir, a partir de un nivel total de dióxido de carbono y oxígeno menor que aproximadamente 19%, con un nivel de dióxido de carbono superior a aproximadamente 8%, y un nivel de oxígeno inferior a aproximadamente 10%, que el turboalimentador que equipa dicho motor es defectuoso, o los pasos de:

- analizar la evolución de la concentración de hidrocarburos sin quemar para un aumento de velocidad o un retorno a ralentí de la misma, y

40 - deducir, a partir de un aumento en el nivel de hidrocarburos para el aumento de velocidad, y una concentración mayor que aproximadamente 40 ppm después de volver a ralentí, que el turboalimentador que equipa dicho motor tiene una fuga de aceite en al menos uno de sus cojinetes.

13. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos de:

- analizar el nivel de monóxido de carbono y el nivel de hidrocarburos sin quemar, y

- deducir, a partir de un nivel de monóxido de carbono mayor que aproximadamente 0,05% y un nivel de hidrocarburos mayor que aproximadamente 10 ppm, que una pulverización deficiente de los inyectores está afectando a dicho motor, o los pasos de:

5 - analizar el nivel de óxidos de nitrógeno, sea durante una operación a ralentí del motor con recirculación del gas de escape, o durante una operación a plena carga, y

- deducir, para un motor diesel de inyección directa, a partir de un nivel de óxidos de nitrógeno mayor que aproximadamente 120 ppm que opera en ralentí, o mayor que aproximadamente 250 ppm para operación a plena carga que una pulverización deficiente de los inyectores está afectando a dicho motor.

14. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos de:

10 - analizar el nivel de monóxido de carbono y el nivel de óxidos de nitrógeno para una operación del motor a ralentí, o a una velocidad de aproximadamente 3000 rpm, y

- deducir:

15 a) a partir de un nivel de monóxido de carbono menor que 0,005% y un nivel de óxidos de nitrógeno mayor que aproximadamente 140 ppm para un motor de inyección directa que opera a ralentí con recirculación del gas de escape, que dicho motor tiene un exceso de avance de la inyección; o

b) a partir del nivel de monóxido de carbono menor que aproximadamente 0,005% y un nivel de óxidos de nitrógeno mayor que aproximadamente 90 ppm para un motor de inyección indirecta que opera a ralentí, con recirculación del gas de escape, que dicho motor tiene un exceso de avance de la inyección; o

20 c) a partir de un nivel de monóxido de carbono mayor que 0,02% y un nivel de óxidos de nitrógeno menor que 90 ppm para un motor de inyección directa que opera a ralentí, que dicho motor está falto de avance de la inyección; o

d) a partir de un nivel de monóxido de carbono mayor que 0,02% y un nivel de óxidos de nitrógeno mayor que 100 ppm para un motor de inyección directa que opera a una velocidad de aproximadamente 3000 rpm, que dicho motor está falto de avance de la inyección; o

25 e) a partir de un nivel de monóxido de carbono mayor que 0,02% y un nivel de óxidos de nitrógeno menor que 60 ppm para un motor de inyección directa que opera a ralentí, que dicho motor está falto de avance de la inyección; o

30 f) a partir de un nivel de monóxido de carbono mayor que 0,02% y un nivel de óxidos de nitrógeno mayor que 60 ppm para un motor de inyección directa que opera a aproximadamente 3000 rpm, que dicho motor está falto de avance de la inyección.

15. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos de:

- analizar la evolución del nivel de monóxido de carbono y el nivel de óxidos de nitrógeno durante un aumento de velocidad del motor, desde ralentí a aproximadamente 1200 rpm, y

35 - deducir, a partir de una disminución en el nivel de óxidos de nitrógeno sin variación del nivel de monóxido de carbono, que el circuito de admisión que equipa dicho motor tiene una toma de aire.

16. El método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente los pasos de:

- analizar el nivel de hidrocarburos (HC) sin quemar para un motor que opera a ralentí, y

40 - deducir, a partir de un nivel mayor que 100 ppm que el circuito de inyección del motor está afectado por un agarrotamiento de los inyectores.

17. Un dispositivo para diagnóstico de un motor diesel a fin de determinar si dicho motor, o al menos un dispositivo conectado al mismo, se ve afectado por al menos un fallo que influye negativamente en el grado de contaminación de los gases de escape producidos por dicho motor, que comprende medios para medir al menos un primer gas de escape, en donde dicho primer gas de escape es dióxido de carbono (CO₂), medios para analizar el nivel de dicho primer gas de escape, o la evolución de dicho nivel, conforme a uno o varios estados predeterminados de dicho motor, y medios de procesamiento capaces de identificar, a partir de dicho análisis, un fallo que afecta a dicho motor y/o los dispositivos conectados al mismo.

18. El dispositivo conforme a la reivindicación 17, en el que el medio de análisis comprende un detector multigas (21) capaz de detectar dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), oxígeno (O₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), e hidrocarburos (HC) sin quemar.

5 19. El dispositivo conforme a la reivindicación 18, en donde dicho detector multigas (21) está conectado funcionalmente a medios (23) para interpretar los diversos valores medidos, comprendiendo dichos medios (23) para interpretación de los diversos valores medidos componentes electrónicos de procesamiento de señales que permiten una puesta en fase de los valores medidos.

10 20. Programa de computadora ejecutable en el dispositivo conforme a cualquiera de las reivindicaciones 17 a 19 que contiene instrucciones que, cuando se ejecutan, realizan los pasos metódicos del método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16.

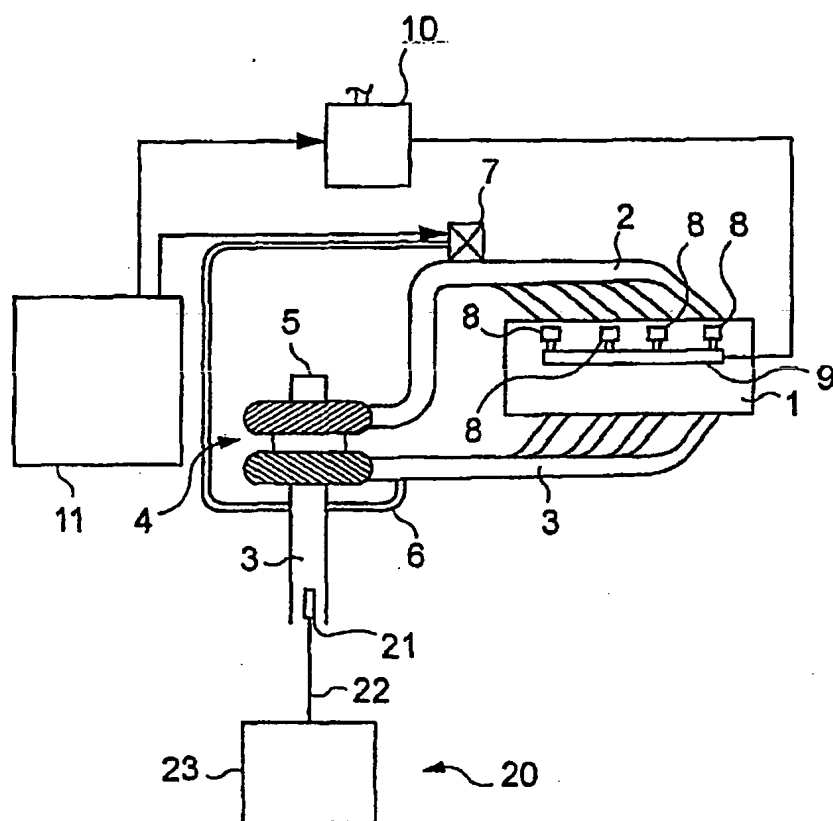


Fig. 1