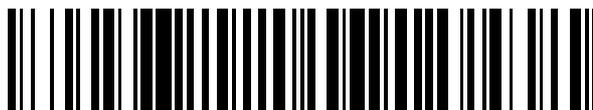


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 418 431**

51 Int. Cl.:

F02D 41/12 (2006.01)

F02D 41/14 (2006.01)

F02D 41/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2007 E 07120464 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2013 EP 2058495**

54 Título: **Proceso para la determinación del caudal de combustible correcto para el motor de un vehículo para llevar a cabo pruebas de diagnóstico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.08.2013

73 Titular/es:

**IVECO MOTORENFORSCHUNG AG (100.0%)
SCHLOSSGASSE 2
CH-9320 ARBON, CH**

72 Inventor/es:

MARCONI, MICHELE

74 Agente/Representante:

RUO, Alessandro

ES 2 418 431 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

Proceso para la determinación del caudal de combustible correcto para el motor de un vehículo para llevar a cabo pruebas de diagnóstico

5

Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere a un proceso para la determinación del caudal de combustible correcto para el motor de un vehículo para llevar a cabo pruebas de diagnóstico en un sistema de gestión para dicho motor, que comprende sensores de funcionamiento.

10

Técnica anterior

[0002] Los sistemas de gestión muy complejos son cada vez más necesarios a bordo de vehículos, en particular en vehículos industriales, para garantizar el correcto funcionamiento tanto del motor en todas las condiciones de uso como de los diversos dispositivos incorporados, tales como el tratamiento del gas de escape, los dispositivos de recirculación del gas de escape. Por ejemplo, la inyección de combustible, la apertura de la válvula del conducto de recirculación, la apertura de la tobera de la turbina de geometría variable, donde esté instalada, están generalmente controladas por unidades de control específicas de acuerdo con las condiciones de funcionamiento del motor, la composición de los gases de escape procedentes del motor y las condiciones de los dispositivos de tratamiento. La detección de una serie de parámetros, que pueden ser detectados por medio de sensores, es por lo tanto necesaria para el funcionamiento de dichos sistemas de gestión. Además, el ajuste de las diversas unidades de control debe ser lo suficientemente preciso. Un ejemplo de un método para adaptar la característica de una válvula de inyección se desvela en la solicitud de patente US 2006/0047405.

15

20

25

[0003] Los siguientes están entre los componentes más frecuentemente presentes a bordo de un vehículo, en particular un vehículo provisto de un motor con sobrealimentación, y más en particular un motor diesel tal como los que se aplican habitualmente a vehículos industriales. Un sensor del flujo de aire, que habitualmente está ubicado en el conducto de admisión, generalmente aguas arriba del compresor de sobrealimentación, un sensor de presión de sobrealimentación y un sensor de temperatura de sobrealimentación, generalmente ubicados en el conducto de admisión aguas abajo del compresor de sobrealimentación (o compresores si hay más de uno, como en el caso de sobrealimentación de múltiples fases o con compresores en paralelo) antes de la introducción en el motor, por ejemplo el colector de admisión. Uno o diversos sensores de composición del gas de escape: en particular, generalmente hay un sensor adaptado para detectar el porcentaje de oxígeno presente en los gases de escape, conocido habitualmente como sensor (o sonda) lambda. Este último se usa principalmente para ajustar la inyección de combustible, en motores de gasolina provistos de un catalizador. En el caso de motores diesel, también es necesario para un correcto ajuste del caudal de recirculación del gas de escape del motor, para reducir la generación de contaminantes o para garantizar las condiciones del gas de escape adecuadas para el buen funcionamiento de los sistemas de tratamiento (sistemas catalíticos, trampas de regeneración particuladas, etc.). Además, en motores diesel existe un conducto de recirculación del gas de escape que conecta apropiadamente el conducto de admisión con el conducto de escape del motor. Diversos dispositivos (bombas, tubos de Venturi) pueden estar provistos (en particular en el caso de recirculación en la rama de alta presión entre un punto aguas arriba de la turbina en el conducto de escape en un punto aguas abajo del compresor del conducto de admisión, sin embargo si una distancia suficiente entre los extremos del conducto de recirculación no está garantizada de otro modo) para permitir un flujo adecuado de gases recirculados en todas las condiciones. Además, el ajuste puede realizarse por medio de una válvula controlada por un sistema de gestión electrónico. La válvula está completamente cerrada si no es necesaria recirculación alguna.

30

35

40

45

[0004] El motor se ajusta tal como se ha mostrado anteriormente de acuerdo con los valores medidos por los sensores. Los problemas más comunes que pueden producirse incluyen detección incorrecta del caudal de aire de admisión, debido a la pérdida de calibración del sensor, o a pérdidas en el conducto de admisión (con la admisión de aire externo aguas abajo del sensor si la pérdida es aguas arriba del compresor o la pérdida de aire hacia fuera si la pérdida es aguas abajo del compresor).

50

[0005] Además, también los sensores de temperatura y presión pueden estar sujetos a error. El sensor lambda también puede estar sujeto a mal funcionamiento o calibración incorrecta.

55

[0006] Otro problema común es el error de evaluación del caudal de gas recirculado, por ejemplo debido a pérdidas de la válvula, u otros errores sistemáticos, debido a evaluaciones incorrectas, por ejemplo de la eficiencia volumétrica (llenado) del motor.

60

[0007] Además, la dificultad en la evaluación del caudal de inyección de combustible correcto representa un problema. Es conocido, de hecho, que el caudal suministrado por los inyectores está sujeto a errores considerables (por ejemplo aproximadamente 2 mg/ciclo) que, a una carga baja (caudales de combustible menores), pueden ser incluso del 20% del valor real e incluso superar el 30% cuando el motor está a un número mínimo de rotaciones, lo que no permite distinguir otros posibles problemas relacionados con los sensores de detección del vehículo.

65

[0008] Dado que, tal como se ha mencionado anteriormente, entre los problemas más comunes está la incorrecta calibración del sensor del caudal de aire o errores en la evaluación del caudal debido a pérdidas, las unidades de control pueden comparar de forma no periódica los valores de caudal medidos frente a un valor de caudal calculado a partir de la temperatura y presión de sobrealimentación, la velocidad del motor y la eficiencia volumétrica (obtenible de acuerdo con la velocidad del motor a partir de modelos normalmente disponibles). El sensor del caudal de aire puede recalibrarse si se detecta una diferencia significativa. Este método no explica el hecho de que puede haber otras causas de error, conduciendo por ello a la posible generación de errores sistemáticos.

[0009] La presencia de posibles errores sistemáticos es detectada algunas veces por medio de pruebas de diagnóstico que se realizarán en un taller, por ejemplo pruebas programadas o realizadas de acuerdo con las necesidades. Para obtener los datos detectados por la unidad de control, la unidad de control puede estar conectada además de manera conocida a una unidad de control externa, tal como un ordenador. Sin embargo, a menudo es difícil, incluso aunque se detecte una avería, rastrear el origen de la posible causa sin retirar los componentes. Además, la evaluación imprecisa del caudal de combustible representa un límite considerable a la posibilidad de identificar rápidamente otros problemas.

[0010] Sería deseable poder realizar una prueba de diagnóstico capaz de identificar el componente en base a posibles errores, reduciendo la necesidad de retirar los componentes individuales y/o de realizar mediciones con instrumentos externos al vehículo.

Sumario

[0011] Los problemas identificados anteriormente se han resuelto de acuerdo con la presente invención mediante un proceso de evaluación para el caudal de combustible real suministrado al motor de un vehículo examinado, en particular un vehículo industrial, incluyendo el proceso:

- la determinación de un caudal de combustible de referencia, que corresponde al caudal exacto medido en un motor de referencia del mismo tipo que el motor puesto a prueba en diversas condiciones de funcionamiento en función de una carga a la que está sometido el motor;
- la medición de la deceleración ($\Delta n/\Delta t$) del motor puesto a prueba desde una primera a una segunda velocidad de rotación preestablecida, en ausencia de suministro de combustible, correspondiente a una carga a la que está sometido el motor;
- la evaluación del par de rozamiento en base a dicha medición de la deceleración ($\Delta n/\Delta t$);
- la determinación, en base a dicho par de rozamiento, y en base a las condiciones de funcionamiento reales del motor en condiciones de carga similares, del caudal de referencia correspondiente.

[0012] El caudal de referencia se determina preferentemente al menos en función de la velocidad de rotación del motor, y también puede determinarse en función de otras condiciones de funcionamiento, por ejemplo presión y temperatura ambiente.

[0013] Dicho caudal real puede compararse con el caudal indicado por un sistema de gestión del funcionamiento del motor adaptado para controlar el caudal de inyección y usarse para la calibración de dicho sistema.

[0014] La invención también se refiere a un método de diagnóstico para un sistema de gestión del motor de un vehículo que incluye dicho proceso y el uso del valor de caudal real para la determinación de posibles averías.

[0015] El valor de caudal real puede ser usado por un sistema a bordo del vehículo o por un aparato electrónico, que puede estar conectado al sistema de gestión del vehículo mientras se llevan a cabo las pruebas de diagnóstico.

[0016] La corrección del valor de caudal o la calibración también pueden consistir en la simple validación del valor de caudal, si éste es suficientemente similar al caudal real.

[0017] Un objeto de la invención es el contenido de las reivindicaciones adjuntas.

Lista de las figuras

[0018] La presente invención se describirá a continuación por medio de la descripción detallada de realizaciones preferidas aunque no exclusivas, proporcionadas a modo de ejemplo solamente, con ayuda de la figura 1 adjunta que muestra el diagrama de un aparato motor con sobrealimentación con recirculación del gas de escape al que se le puede aplicar el proceso de acuerdo con la siguiente invención.

Descripción detallada de una realización

[0019] El proceso de acuerdo con la presente invención es aplicable preferentemente a un vehículo, preferentemente un vehículo industrial, que está provisto de un aparato motor que comprende un motor de combustión interna 1, preferentemente un motor diesel, un conducto de admisión 2 y un conducto de gas de escape

3. De acuerdo con una posible realización, el conducto de admisión puede comprender un compresor de sobrealimentación 4 y el conducto de escape puede comprender una turbina 5 adaptada para impulsar el compresor, siendo posiblemente la turbina del tipo de geometría variable, de acuerdo con una realización particular de la invención. Tal como se produce normalmente, puede estar provisto un conducto de recirculación del gas de escape 6, que conecta dos puntos apropiados de los conductos de escape y de admisión. Medios específicos (no se muestran), conocidos de forma intrínseca, tales como bombas o dispositivos de Venturi pueden estar provistos para permitir un caudal adecuado de gases recirculados en el conducto 6. Una válvula de recirculación 7 sirve para ajustar dicho caudal. El conducto de recirculación puede conectar las ramas de alta presión de los conductos de admisión y de escape del motor, es decir conecta un punto aguas arriba de la turbina 5 a un punto aguas abajo del compresor 4. Sin embargo, la recirculación también puede realizarse de otro modo. Un sensor del caudal de aire 8 está dispuesto en el conducto de admisión, preferentemente aguas arriba del compresor. Un sensor lambda 9 está dispuesto en un punto apropiado del conducto de escape. Un sensor de temperatura 19 y un sensor de presión 10 detectan dichos parámetros en un punto apropiado aguas abajo del compresor, preferentemente aguas abajo del punto de reintroducción del gas recirculado, por ejemplo en el colector de admisión 12.

[0020] Un sistema de gestión del funcionamiento del motor 11, que puede ser una unidad electrónica habitual, está adaptado para recibir señales de los diversos sensores, para detectar otros parámetros de funcionamiento de manera conocida, entre los cuales la velocidad de rotación del motor, para controlar diversos componentes, tales como, por ejemplo, los inyectores, para determinar el caudal de combustible inyectado y la válvula 7 para ajustar el caudal de recirculación de acuerdo con los datos recogidos y, si está presente, la apertura de la tobera de la turbina de geometría variable 5, o de posibles válvulas. Por lo tanto, dicho sistema de gestión está adaptado para controlar la inyección de combustible. La unidad de control también recibe datos respecto al par y la potencia requerida por el motor de acuerdo con las órdenes del conductor. Otros sensores y controles pueden estar presentes en el sistema, y también pueden ser usados por la unidad de control, tales como sensores de temperatura, por ejemplo en el conducto de gas de escape, especialmente en presencia de sistemas de tratamiento de gases, tales como convertidores catalíticos, trampas de regeneración, u otros. Durante la operación de mantenimiento, la unidad preferentemente puede estar controlada externamente, por ejemplo, puede estar conectada a un aparato de control externo, tal como un ordenador y puede enviarle los datos de funcionamiento detectados. La unidad puede estar controlada por el aparato externo, para operar sobre los diversos componentes (por ejemplo inyección, apertura de la turbina de geometría variable, apertura de la válvula de recirculación, funcionamiento de otros componentes tales como el ventilador de refrigeración del motor).

[0021] De acuerdo con un posible método de diagnóstico aplicable a un aparato motor tal como el mostrado, en base a los datos detectados por la unidad 11, la propia unidad, o el aparato externo, puede determinar tres magnitudes, cuya comparación puede llevarse a cabo e indicar posibles averías.

[0022] Por ejemplo, estos pueden ser tres caudales de aire reales o virtuales: Air_{HFM} es el caudal detectado por el sensor de caudal 8;

$Air_{asmod} = \alpha * p_{boost} / T_{boost} * V_m * E_v$; éste es el caudal de aire virtual calculado a partir de p_{boost} y T_{boost} que son respectivamente la presión y la temperatura de sobrealimentación; además, V_m es la velocidad de rotación del motor (s^{-1}) y E_v la eficiencia volumétrica (un volumen). La eficiencia volumétrica es un dato disponible de modelos generalmente disponibles para cierto tipo de motor principalmente de acuerdo con V_m , teniendo estos modelos también posiblemente en cuenta otros parámetros. Finalmente: $Air_{isu} = \lambda * A / F_{st} * Q_f$, es un valor del caudal de aire donde λ es el valor calculado a partir de la concentración de oxígeno, en función del contenido de oxígeno en aire puro, medido por el sensor con las correcciones dependiendo de las características del sensor usado y de los parámetros del entorno en los que se usa el sensor, A / F_{st} es la relación estequiométrica de aire-combustible, Q_f es el caudal de combustible inyectado por unidad de tiempo. Los caudales de aire indicados pueden ser caudales de masa por conveniencia, aunque también es posible calcular caudales volumétricos, si se prefiere.

[0023] Los tres caudales pueden determinarse en condiciones en las que no debe haber caudal de recirculación, lo que puede ser impuesto por la unidad de control que controla el aparato externo, por ejemplo, de forma más general cerrando la válvula 7, pero también accionando otros tipos de medios de recirculación si están presentes y diferentes de una válvula. En caso de que los tres caudales determinados no coincidan, de acuerdo con el valor desviado, la Tabla 1 adjunta permite realizar una primera elección; la tabla se explica fácilmente. "OK" indica un caudal correcto; "desviación +" y "desviación -" respectivamente corresponden a un valor determinado para una magnitud considerada más grande o más pequeña que el valor de caudal real. Si están disponibles valores de referencia que permiten describir el comportamiento del motor en condiciones de prueba, es fácil determinar inmediatamente si un valor es correcto y qué valor es éste.

[0024] las operaciones de diagnóstico pueden realizarse de la siguiente manera.

[0025] Con el motor apagado, se verifica si el sensor del caudal de aire indica un valor nulo y si el sensor de presión de sobrealimentación indica la presión ambiente.

[0026] Habiendo establecido los valores de referencia mostrados anteriormente, a baja velocidad del motor los valores se comparan con los valores de referencia que se encuentran habitualmente para motores (dichos valores

están afectados por las condiciones del entorno, tales como altitud, que también pueden tenerse en cuenta) pero no por la contrapresión al escape. En el caso de la desviación del caudal de aire medido, el alcance puede estar restringido a los casos de una desviación del sensor del caudal de aire o a pérdidas en el conducto de suministro, aunque también puede haber una pérdida en el sistema de recirculación, en particular una fuga de gas de recirculación con la válvula cerrada, en particular si el valor Air_{isu} también se desvía.

[0027] Si el valor Air_{asmod} es erróneo, por otro lado, puede asumirse un error del sensor de temperatura de sobrealimentación, si en la prueba anterior no se detectaron averías del sensor de presión (y además si no se detectan posibles desviaciones del valor de presión incluso aunque el valor de referencia anterior es correcto).

[0028] A continuación pueden realizarse pruebas a velocidades de referencia estacionarias, por ejemplo 3, (velocidad de rotación baja, media y alta), de nuevo con el conducto de recirculación cerrado, para explorar todo el intervalo posible de caudales de aire. Para aumentar la presión de sobrealimentación, la tobera de la turbina de geometría variable puede cerrarse (controlada por la unidad de control). Además, el ventilador de refrigeración del motor puede accionarse, de nuevo remitiendo dicha orden a la unidad de control, dado que en vehículos industriales el ventilador absorbe mucha energía, de modo que está generalmente impulsado directamente por el árbol del motor. Además, se evita el sobrecalentamiento durante la prueba. Por lo tanto, en un vehículo industrial habitual, se ha descubierto que, en general, todo el intervalo de caudal de aire de admisión y aproximadamente la mitad o incluso más del campo de presión de suministro pueden explorarse, de nuevo comparando los valores de las tres magnitudes incluso en una prueba en un taller. La adopción de al menos 2, preferentemente 3, pero incluso más puntos operativos, permite además evaluar la linealidad de las desviaciones medidas por los sensores, lo que puede dar información más precisa sobre posibles averías.

[0029] Durante una etapa de deceleración, con el suministro de combustible cortado, se verifica un punto de calibración del sensor lambda (que debe indicar un porcentaje en volumen de O_2 del 20,95%).

[0030] Finalmente, una serie de pruebas con diferentes caudales de recirculación de gas pueden realizarse abriendo la válvula. Tal como es evidente comparando el caso 6 en la tabla 1, debe esperarse una disminución del caudal de aire Air_{hfm} (parte de los gases suministrados al motor no vienen del exterior) y del caudal de aire Air_{isu} , mientras que el caudal Air_{asmod} está afectado solamente de forma ligera por la composición de los gases que es alterada por la presencia de recirculación y debe representar el caudal de gas casi correcto a través del motor. Esto es cierto cuando se mantiene constante la velocidad del motor. Los parámetros de funcionamiento del motor que se van a mantener constantes son ajustados, de hecho, directamente por el probador, por medio de órdenes de control remoto que, por ejemplo, imponen a la unidad de control la velocidad de rotación a mantener, la posición de la válvula del conducto de recirculación de gas de escape (válvula EGR) y la posición de la turbina de geometría variable (VGT). Sin este tipo de control una variación mínima de una condición de funcionamiento (por ejemplo, la temperatura del motor con una posterior influencia sobre el rozamiento) causaría una desviación de la velocidad de rotación del motor. Los restantes accionadores, que no están impulsados, continúan de acuerdo con los ajustes normales determinados por la unidad de control del motor. En este caso, solamente existe una desviación menor debido al aumento de la temperatura de sobrealimentación y la presión de sobrealimentación reducida, dado que los gases son sustraídos de la turbina, si la recirculación es en la rama de alta presión. Por lo tanto, también es posible observar si la disminución de Air_{hfm} y Air_{isu} depende linealmente del crecimiento del caudal de escape recirculado, que debe depender de manera conocida de la apertura de la válvula.

[0031] Realizando las pruebas tal como se ha mencionado anteriormente, en el caso de que los resultados son los esperados por la prueba, puede expresarse una opinión de completa funcionalidad de todo el sistema de gestión del motor.

[0032] Tal como puede observarse en la tabla 1, es posible una evaluación si el valor difiere.

[0033] Si el valor de Air_{isu} difiere de los otros dos que coinciden, puede considerarse un problema con el sensor lambda. Si no se detectó en la prueba de deceleración, puede haber sin embargo un problema con el sensor lambda, especialmente si el valor de caudal del combustible es correcto con respecto a los valores de referencia. En caso contrario, es probable que exista una evaluación incorrecta del caudal de combustible.

[0034] Si es el valor de Air_{asmod} el que difiere de los otros dos, que en cambio coinciden, puede haber un problema del sensor de temperatura o de presión, o una introducción no deseada de gas de recirculación (fuga de la válvula). Las pruebas enumeradas anteriormente en diversas condiciones también permiten identificar el componente que genera el problema (y también la naturaleza del problema): por ejemplo, si la desviación de Air_{asmod} no se produce con el motor apagado y todos los valores concuerdan en este punto pero la desviación aparece solamente a carga alta, existe una desviación del sensor de presión o de temperatura.

[0035] Si el único valor diferente es Air_{hfm} , puede haberse producido una avería del sensor del caudal de aire (detectable posiblemente si existe un desajuste con la prueba con el motor apagado, o con una prueba a otros caudales si el problema es una no linealidad de la respuesta), o una pérdida en el conducto de admisión que da un volumen reducido de Air_{hfm} si la pérdida es aguas arriba del compresor o un valor aumentado si la pérdida es aguas

abajo (véase la tabla).

[0036] Las pruebas enumeradas anteriormente en diferentes condiciones pueden realizarse en el orden mostrado o en otro orden, si fuera preferible.

5 **[0037]** Operando de acuerdo con la presente invención, debe observarse que, una vez que se ha detectado la presencia de una avería, es posible decidir caso por caso qué prueba posterior es apropiada realizar para identificar la posible causa de la avería más rápidamente.

10 **[0038]** Una vez identificada la causa, es posible calibrar el componente o realizar las intervenciones necesarias.

[0039] Además, es posible encontrar otros grupos de tres magnitudes diferentes para compararlas, correlacionadas de nuevo con al menos parte de los parámetros indicados anteriormente. Por ejemplo, pueden identificarse las relaciones entre los caudales de aire determinados anteriormente. Por lo tanto, modificando una condición que afecta a ambos caudales de una relación, puede ser más fácil observar si ambos tienen una desviación lineal.

15 **[0040]** En caso contrario, también es posible determinar, a partir de los caudales de aire Air_{asmod} y Air_{hfm} y a partir de valores de oxígeno medidos por el sensor lambda, caudales de combustible virtuales y evaluar su desviación con respecto a Q_f . Esto puede realizarse cuando se requiera para resaltar el valor de Q_f .

20 **[0041]** Tal como se ha mencionado, el sistema de inyección, especialmente a una carga baja, puede estar sujeto a un error considerable en la cuantificación del valor de caudal Q_f . Por dicha razón puede ser difícil distinguir otras posibles averías, si se opera mediante un método de diagnóstico, que puede ser el descrito anteriormente, o cualquier otro método basado en una correcta evaluación del caudal Q_f . Por ejemplo, en el caso de una desviación en Air_{isu} dicho error es tal que cubre posibles errores en la evaluación del contenido de oxígeno, mediante el sensor lambda, en el que pueden permitirse tolerancias que son tan amplias como las que se producen normalmente en el caudal de combustible, para permitir que el sistema de gestión del aparato motor funcione apropiadamente. Además, las averías de múltiples componentes pueden no ser detectadas fácilmente. Por lo tanto, una calibración del sistema de inyección o, en cualquier caso, del aparato con el que se lleva a cabo el método de diagnóstico, al menos mientras este último se lleva a cabo, o al menos el error en el caudal de combustible debe ser detectado de forma precisa en condiciones en las que los diversos ensayos se llevan a cabo para excluir otras posibles averías.

25 **[0042]** Pueden obtenerse valores de referencia correlacionando el caudal de combustible en condición de funcionamiento estacionaria del motor, al menos en condiciones que permiten llevar a cabo una prueba en el taller. Estos datos pueden obtenerse en un laboratorio en el mismo modelo que el motor puesto a prueba y con diferentes valores de carga a la que está sometido el motor (par). De hecho, incluso en condiciones de funcionamiento similares, una serie de aspectos, que pueden ser las características estructurales del motor individual (por ejemplo cilindro y pistón, y tolerancias de los cojinetes) o causas de rozamiento que pueden ser fortuitas o variar entre pruebas (por ejemplo, el tipo de lubricante y la temperatura del mismo, las diferentes cargas tales como el accionamiento de diversos aparatos tales como el alternador, la bomba de dirección hidráulica, el ventilador de refrigeración, el compresor de acondicionamiento...) hacen a la carga a la que está sometido el motor, diferente e irreproducible en diferentes motores incluso del mismo modelo y entre pruebas, incluso aunque una carga debida al movimiento del vehículo no se aplique.

30 **[0043]** Para evaluar la carga debida a estas causas, puede llevarse a cabo una prueba de deceleración sin suministro de combustible entre dos condiciones de funcionamiento preestablecidas (dos velocidades de rotación diferentes) y el par debido al rozamiento puede evaluarse. Por ejemplo, la prueba puede llevarse a cabo al mismo tiempo que la comprobación del sensor lambda sin el suministro de combustible mencionado anteriormente, por ejemplo para ensayos a diversas velocidades de rotación. Se mide el tiempo Δt en el que el motor pasa de una velocidad de rotación más alta a una velocidad más baja, reduciendo de este modo el número de revoluciones por minuto en Δn .

35 **[0044]** El par de rozamiento puede evaluarse como $M_d = I * (\Delta n / \Delta t) * 2\pi / 60$, donde I es el momento de inercia de las partes giratorias del motor, un valor fácilmente disponible para un modelo dado. Sobre la base de dicho valor de par, el valor de caudal real Q_f puede determinarse en las diversas condiciones en las que se lleva a cabo el método de diagnóstico, para usarlo directamente para las computaciones o para la calibración del sistema de inyección que forma el sistema de gestión o el aparato usado para el método de diagnóstico.

40 **[0045]** Por supuesto, los valores de referencia pueden estar en función de las diversas condiciones entre las cuales el par o un valor correspondiente a la carga o correlacionado con ella (por ejemplo la deceleración en condiciones predeterminadas). Pueden obtenerse como funciones o tablas.

45 **[0046]** El proceso de acuerdo con la presente invención permite, si se aplica a un método de diagnóstico tal como el descrito, aumentar la fiabilidad de la prueba y también distinguir posibles casos en los que hay errores de mal funcionamiento causados por dos fuentes diferentes. Un tipo específico de prueba de diagnóstico se ha descrito a modo de ejemplo, aplicándose la prueba de diagnóstico a un tipo específico de motor, aunque el proceso de acuerdo

con la presente invención también puede aplicarse a otros tipos de pruebas en base al conocimiento del caudal de combustible real suministrado, incluso en motores de otro tipo, por ejemplo incluso sin sobrealimentación o recirculación de gas de escape, realizando las modificaciones apropiadas.

5 **[0047]** La invención también se refiere a un programa informático, como puede considerarse dicha unidad y/o aparato de control, adaptado para implementar el proceso o para un método de diagnóstico que comprende dicho proceso.

10 **[0048]** La invención también se refiere a un sistema de gestión para el funcionamiento de un motor y un aparato electrónico adaptado para conectarse a un sistema de gestión para el funcionamiento de un motor, adaptado para llevar a cabo un proceso o un método de diagnóstico tal como se ha definido anteriormente.

Tabla 1

Caso	Problema o componente no calibrado/averiado	Air_{HFM}	Air_{ASMOD}	Air_{LSU}
1	Sensor del caudal de aire (HFM)	Desviación +/-	OK	OK
2	Pérdida del conducto de admisión aguas arriba del compresor	Desviación -	OK	OK
3	Pérdida del conducto de admisión aguas abajo del compresor	Desviación +	OK	OK
4	Sensor de presión de sobrealimentación	OK	Desviación +/-	OK
5	Sensor de temperatura de sobrealimentación	OK	Desviación +/-	OK
6	Pérdida de la válvula de recirculación (EGR)	Desviación -	≈OK	Desviación -
7	Error de eficiencia volumétrica	OK	Desviación +/-	OK
8	Error del valor de caudal de combustible	OK	OK	Desviación +/-
9	Sensor lambda	OK	OK	Desviación +/-

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un proceso para la evaluación del caudal de combustible real suministrado al motor de un vehículo puesto a prueba, en particular un vehículo industrial, incluyendo el proceso:
- la determinación de un caudal de combustible de referencia, correspondiente al caudal exacto medido en un motor de referencia del mismo tipo que el motor puesto a prueba en diversas condiciones de funcionamiento en función de una carga a la que está sometido el motor;
 - 10 - la medición de la deceleración (A_n/A_t) del motor puesto a prueba desde una primera a una segunda velocidad de rotación preestablecida, en ausencia de suministro de combustible, correspondiente a una carga a la que está sometido el motor;
 - la evaluación del par de rozamiento en base a dicha medición de la deceleración (A_n/A_t);
 - la determinación de dicho caudal de combustible real en base a dicho par de rozamiento evaluado y al caudal de combustible de referencia correspondiente para las condiciones de funcionamiento reales del motor.
- 15 2. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** se lleva a cabo por medio de un sistema electrónico para la gestión del motor o mediante un aparato electrónico conectado a dicho sistema de gestión.
- 20 3. Un método de diagnóstico para un sistema de gestión para el motor de un vehículo que comprende un proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y el uso del valor de caudal real para la determinación de posibles averías.
- 25 4. Un método de diagnóstico de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicho valor de caudal real es comparado con un valor de caudal indicado, por un sistema de gestión para el funcionamiento del motor.
- 30 5. Un método de diagnóstico de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, que comprende las siguientes operaciones: la detección de una serie de parámetros que comprenden:
- el caudal de aire de admisión ($A_{r_{hfm}}$) mediante un sensor específico (8);
 - la presión de sobrealimentación (p_{boost}) y la temperatura de sobrealimentación (T_{boost}) por medio de sensores apropiados (19, 10);
 - el porcentaje de oxígeno (λ) presente en los gases de escape por medio de un sensor apropiado, preferentemente un sensor lambda (9);
 - 35 el caudal de combustible suministrado al motor (Q_f) por unidad de tiempo;
 - la determinación de tres magnitudes recíproca y matemáticamente independientes basadas, cada una, en al menos parte de dichos parámetros;
 - la comparación de dichas tres magnitudes, para la determinación de posibles averías de funcionamiento, **caracterizado por que** dicho caudal de combustible (Q_f) es dicho caudal real.
- 40 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** dichas tres magnitudes son el caudal de aire de admisión ($A_{r_{hfm}}$) detectado por el sensor, un caudal de aire de admisión ($A_{r_{asmod}}$) calculado de acuerdo con dichas temperaturas y presión de sobrealimentación, la velocidad de rotación del motor y un valor de eficiencia volumétrica (E_v);
- 45 un caudal de aire de admisión ($A_{r_{isu}}$) calculado a partir del caudal de combustible suministrado y el porcentaje de oxígeno en los gases de escape.
- 50 7. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** dichas tres magnitudes son un primer caudal de combustible virtual calculado a partir del caudal de aire de admisión ($A_{r_{hfm}}$) detectado por el sensor y del porcentaje de oxígeno medido en los gases de escape, un segundo caudal de combustible virtual calculado sobre la base de dichas temperatura y presión de sobrealimentación, de la velocidad de rotación del motor y un valor de eficiencia volumétrica (E_v) y del porcentaje de oxígeno medido en los gases de escape, y de dicho caudal de combustible real.
- 55 8. Un programa informático, adaptado para llevar a cabo un proceso o un método de diagnóstico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
9. Un sistema de gestión para el funcionamiento de un motor adaptado para llevar a cabo el proceso o el método de diagnóstico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 60 10. Un aparato electrónico adaptado para conectarlo a un sistema de gestión para el funcionamiento de un motor, adaptado para llevar a cabo un proceso o un método de diagnóstico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

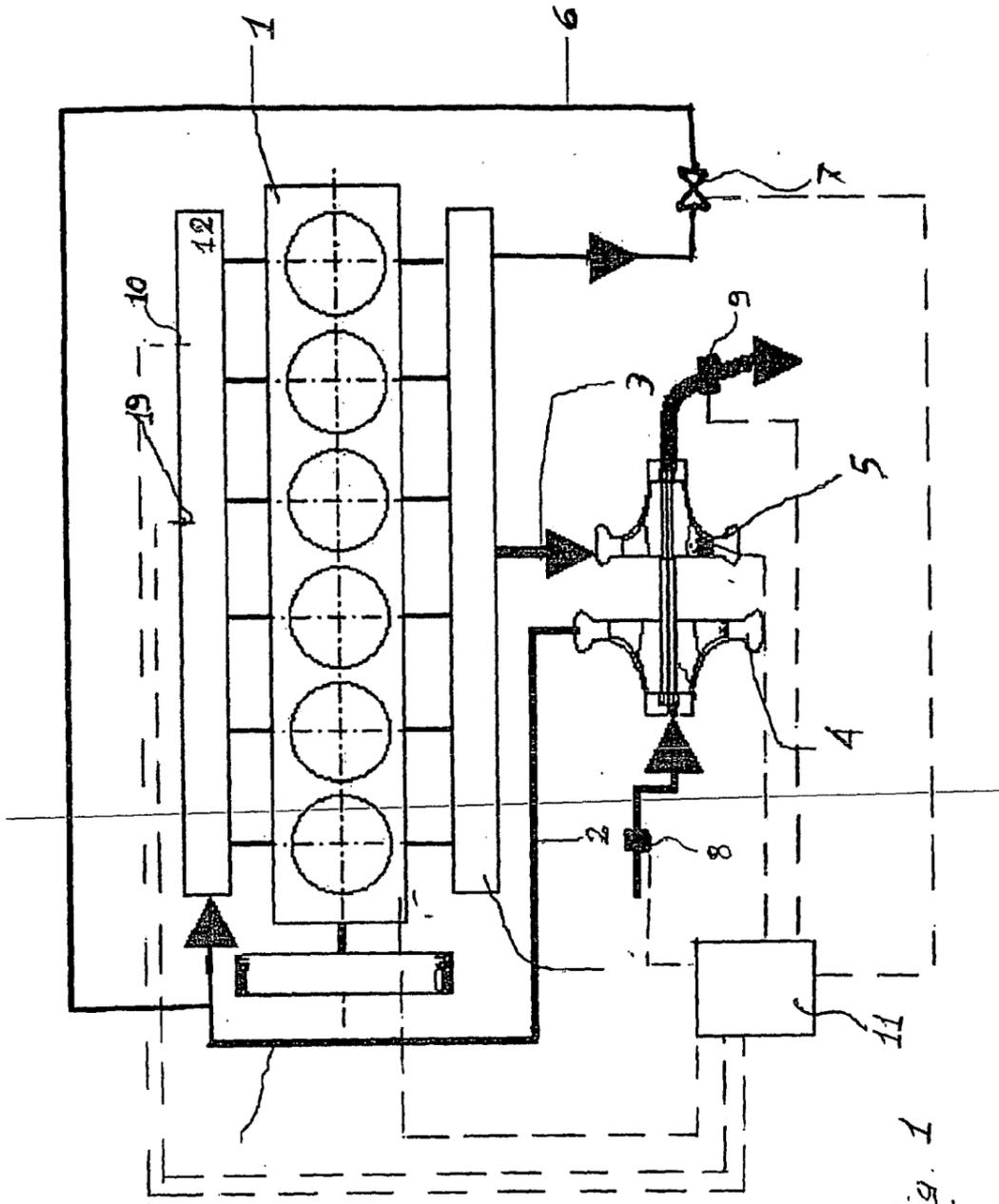


Fig. 1