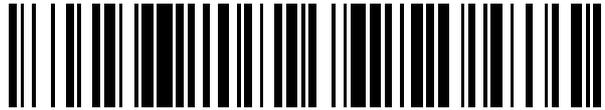


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 544 704**

51 Int. Cl.:

F02D 41/22 (2006.01)

F02D 41/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2010** **E 10770745 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2015** **EP 2483546**

54 Título: **Sistema y procedimiento para medir procesos de inyección en una máquina de combustión interna**

30 Prioridad:

01.10.2009 DE 102009043718

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

03.09.2015

73 Titular/es:

**AVL LIST GMBH (100.0%)
Hans-List-Platz 1
8020 Graz, AT**

72 Inventor/es:

KAMMERSTETTER, HERIBERT

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 544 704 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

Sistema y procedimiento para medir procesos de inyección en una máquina de combustión interna

5 La invención se refiere a un sistema para medir procesos de inyección en una máquina de combustión interna con un depósito en el que está almacenado combustible, un recipiente de almacenamiento en el que está almacenado combustible comprimido, al menos una válvula de inyección que está dispuesta en el recipiente de almacenamiento, un conducto de combustible en el que están dispuestas una bomba de suministro de combustible y una bomba de alta presión de combustible para suministrar el combustible al interior del recipiente de almacenamiento, un sensor de presión a través del que se puede determinar la presión en el recipiente de almacenamiento y medios para registrar los datos de activación de las válvulas de inyección, y a un procedimiento para medir procesos de inyección con un sistema de este tipo.

15 Sistemas de este tipo son fundamentalmente conocidos y forman la estructura de una instalación por rail común de máquinas de combustión interna modernas. Los sensores de presión dispuestos dentro de los mismos en los recipientes de almacenamiento sirven en particular para el análisis de errores de sistemas de este tipo.

20 Así, en el documento DE 199 46 506 C1 se propone un procedimiento para detectar funcionamientos erróneos en el sistema de presión de un motor en el que una señal de presión de un sensor de presión se registra con una resolución temporal de modo que se pueden observar oscilaciones de presión periódicas debido al accionamiento de los inyectores y las carreras de émbolo de la bomba de émbolo. El desarrollo de la señal de presión se mide y se compara con un patrón almacenado de modo que se concluye un error en caso de desviaciones del patrón con respecto a la amplitud o la periodicidad. Adicionalmente se determina la diferencia entre las señales de medición de presión máxima y mínima dentro de un período. En caso de una desviación de esta diferencia con respecto al patrón almacenado también se concluye un error en el sistema. La determinación de un desarrollo de inyección no se da a conocer.

30 Además, por el documento DE 10 2005 004 423 B3 es conocido un procedimiento para vigilar el funcionamiento de un sistema de inyección en el que también se concluye un error mediante el desarrollo de presión medido de un sensor colocado en el recipiente de almacenamiento en caso de una desviación con respecto a un desarrollo de presión deseado. A este respecto se tienen en cuenta tanto el comportamiento temporal de la presión como la presión absoluta. Tampoco con este procedimiento es posible determinar un desarrollo de inyección real para válvulas individuales.

35 Una estructura similar se da a conocer también en el documento DE 197 40 608 A1. Sin embargo, en éste se registra con una alta resolución un desarrollo de presión en el recipiente de almacenamiento mediante el sensor de presión y se obtiene a partir del desarrollo de presión un patrón a través del que se determina una magnitud característica relacionada con la inyección de combustible tal como la cantidad de inyección o la duración de inyección individualmente para cada cámara de combustión y cada proceso de inyección. Esto se realiza a través de una red neuronal. Sin embargo, en primer lugar, esta red se tiene que entrenar en un banco de pruebas para conseguir resultados plausibles. En particular magnitudes absolutas de las cantidades de inyección no se pueden determinar sin un procedimiento de aprendizaje anterior de la red. Así se tiene que realizar un procedimiento de aprendizaje separado para cada motor de modo que no es razonable un uso en serie.

45 Por tanto, existe el objetivo de proporcionar un sistema y un procedimiento para medir procesos de inyección en una máquina de combustión interna con los que, además de una detección de errores, también sea posible una determinación exacta de desarrollos de inyección. A este respecto también se deben poder determinar valores absolutos y se deben poder distinguir inyecciones previas e inyecciones principales para cada cilindro individual.

50 Este objetivo se consigue mediante un sistema con las características de la parte identificadora de la reivindicación 1 así como mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7.

55 Por tanto, se utiliza una unidad de ordenador que está conectada a un dispositivo dispuesto en el conducto de combustible para medir procesos de caudal volumétrico de resolución temporal y el sensor de presión mediante líneas de transmisión de datos para calcular un desarrollo de inyección mediante una superposición de los caudales de recipiente de almacenamiento calculados a partir de los desarrollos de presión medidos del sensor de presión en el recipiente de almacenamiento y los valores de medición del dispositivo para medir procesos de caudal volumétrico de resolución temporal en el conducto de combustible. Así se pueden transmitir tiempos de activación determinados mediante los medios para registrar los datos de activación, valores de medición del sensor de presión en el recipiente de almacenamiento y valores de medición del dispositivo para medir procesos de caudal volumétrico de resolución temporal en el conducto de combustible a la unidad de ordenador y se pueden calcular a partir de estos valores de medición los desarrollos de inyección de las válvulas de inyección en la unidad de ordenador mediante una superposición de los caudales de recipiente de almacenamiento calculados a partir de los desarrollos de presión medidos del sensor de presión en el recipiente de almacenamiento y los valores de medición del dispositivo para medir procesos de caudal volumétrico de resolución temporal en el conducto de combustible. Mediante el uso del dispositivo adicional para medir procesos de caudal volumétrico de resolución temporal, el valor obtenido a partir del

desarrollo de presión se puede convertir en un valor de caudal volumétrico calibrado de modo que también se vuelven posibles afirmaciones con respecto a magnitudes absolutas de las cantidades inyectadas. Además se pueden identificar y asociar diferencias entre dos inyectoros y, como resultado de ello, errores en el sistema.

5 En una realización adicional está dispuesto en el recipiente de almacenamiento un sensor de temperatura que está conectado a la unidad de ordenador. De manera correspondiente se mide mediante el sensor de temperatura en el recipiente de almacenamiento la temperatura en el recipiente de almacenamiento, se transmite el desarrollo de temperatura a la unidad de ordenador, se calcula en la unidad de ordenador el módulo de compresibilidad del combustible y, a continuación, se utiliza el módulo de compresibilidad calculado en la determinación del desarrollo de cantidad de inyección. De este modo se consigue una determinación muy exacta de las magnitudes absolutas de las cantidades de inyección.

15 Preferiblemente está dispuesto en la entrada de la bomba de alta presión un sensor de presión que está conectado a la unidad de ordenador. Los valores de medición de este sensor de presión se transmiten a la unidad de ordenador, se calcula a partir de los valores de medición un caudal de bomba de alta presión en la unidad de ordenador y, a continuación, se superpone el caudal calculado con los valores de medición del dispositivo para medir procesos de caudal volumétrico de resolución temporal en el conducto de combustible y los caudales de recipiente de almacenamiento calculados. A partir de ello se calcula un desarrollo de cantidad de inyección corregido que también tiene en cuenta los caudales aparentes a través de la bomba de alta presión como consecuencia de la presión deseada que cambia en el raíl y de las masas a transportar que cambian resultantes de ello.

25 En una realización adicional está dispuesto en la entrada de la bomba de alta presión también un sensor de temperatura que está conectado a la unidad de ordenador de modo que mediante el sensor de temperatura en la entrada de la bomba de alta presión se mide la temperatura en la entrada de la bomba de alta presión, se transmite el desarrollo de temperatura a la unidad de ordenador, se calcula en la unidad de ordenador el módulo de compresibilidad del combustible en la bomba de alta presión y se utiliza el módulo de compresibilidad calculado en la determinación del caudal de bomba de alta presión. De ello resulta un resultado mejorado otra vez en el cálculo del desarrollo de cantidad de inyección, ya que el caudal aparente medido también se vuelve determinable exactamente.

30 Preferiblemente, un conducto de retorno de combustible conduce de la bomba de alta presión o del recipiente de almacenamiento a través de una válvula reguladora de presión al depósito, por lo que se crea una posibilidad adicional de regular la presión.

35 En una realización adicional a este respecto, el conducto de combustible forma el conducto de retorno de combustible en la zona en la que está dispuesto el dispositivo para medir procesos de caudal volumétrico de resolución temporal. Esto permite prescindir de la disposición de sensores adicionales o de dispositivos adicionales para medir procesos de caudal en los conductos de retorno que entonces se tienen que disponer adicionalmente.

40 De manera correspondiente se crean un sistema y un procedimiento asociado con los que se pueden determinar exactamente cantidades de inyección en un sistema de raíl común. A este respecto es posible una resolución para cada inyector individual, pudiendo distinguirse incluso inyecciones previas e inyecciones principales. Por tanto, se realiza un cálculo de ciclo exacto y de forma selectiva para cada cilindro de los desarrollos de cantidad de inyección. Además es posible un uso para el diagnóstico del sistema de inyección.

45 Un ejemplo de realización de un sistema de acuerdo con la invención se representa esquemáticamente en la figura 1. Mediante esta figura se describe a continuación la invención.

50 El sistema representado comprende fundamentalmente los elementos de un sistema de combustible de raíl común conocido. Un depósito 2 está conectado a través de un conducto de combustible 4 a una bomba de combustible 6. Ésta transporta combustible hacia una bomba de alta presión de combustible 8 que, en la mayoría de los casos, se realiza como bomba de émbolo. La bomba de émbolo está conectada por fluido a través de un conducto de alta presión 10 a un recipiente de almacenamiento 12 en el que están dispuestos un sensor de presión 14 y un sensor de temperatura 16. En el presente ejemplo de realización están dispuestas además en el recipiente de almacenamiento 12 cuatro válvulas de inyección de combustible 18 a través de las que se puede inyectar el combustible en cilindros asociados de una máquina de combustión interna.

60 Además, en el recipiente de almacenamiento 12 está dispuesta una válvula reguladora de presión 19 que, igual que la entrada de la bomba de alta presión 8, está conectada a un conducto de retorno de combustible 20 a través del que se puede devolver combustible excedente al depósito 2. Este conducto de retorno de combustible 20 desemboca en primer lugar en el conducto de combustible 4 en el que se produce de manera correspondiente en esta zona un flujo diferencial o un flujo de combustible resultante.

65 De acuerdo con la invención, esta cantidad de combustible resultante transportada al interior del recipiente de almacenamiento 12 se mide mediante un dispositivo 22 para medir procesos de caudal volumétrico que está dispuesto en el conducto de combustible 4 entre el depósito 2 y la ramificación hacia el conducto de retorno de

combustible 20.

Un dispositivo 22 de este tipo es conocido por el documento DE 103 31 228 B3. Está compuesto por un elemento de desplazamiento rotatorio y un sensor diferencial de volumen traslatorio dispuesto en un canal de derivación con respecto al elemento de desplazamiento en forma de un émbolo dispuesto en una cámara de medición. La desviación del émbolo se detecta de forma continua, operándose la bomba fundamentalmente con un número de revoluciones constante durante un ciclo. Mediante el suministro y el retorno del combustible se produce un movimiento sobrepuesto del émbolo que es una medida de la cantidad realmente transportada al interior del recipiente de almacenamiento. En la cámara de medición están dispuestos adicionalmente un sensor de presión y un sensor de temperatura cuyos valores de medición se suministran a una unidad de evaluación de modo que se pueden eliminar caudales aparentes provocados por cambios de presión y temperatura. Sin embargo, los procesos entre la bomba de alta presión 8 y los inyectores 18 no se pueden medir por este dispositivo 22.

Por este motivo, el sensor de presión 14, el sensor de temperatura 16 y el dispositivo 22 para medir procesos de caudal volumétrico están conectados a través de líneas de transmisión de datos 24 a una unidad de ordenador 26. En esta unidad de ordenador 26 está almacenado un modelo de raíl para calcular procesos de caudal volumétrico de resolución temporal. Adicionalmente se pueden almacenar modelos para diferentes líneas y volúmenes que tienen un determinado tamaño y, por tanto, pueden provocar caudales aparentes debido a cambios de presión y temperatura. Así, por ejemplo, se puede utilizar el modelo de bombeado representado que mejora adicionalmente los resultados del modelo de raíl. Sin embargo, para ello se tienen que colocar en la zona de la bomba de alta presión 8 sensores adicionales tales como un sensor de presión y un sensor de temperatura.

En el cálculo del consumo de combustible momentáneo se tiene que tener en cuenta que, debido a los volúmenes existentes, en particular en el recipiente de almacenamiento 12, cambios de presión pequeños debido a la compresibilidad del combustible conducen a volúmenes medidos claramente cambiados.

De acuerdo con la invención se transmiten en primer lugar los datos de activación o tiempos de activación de las válvulas de inyección 18 a la unidad de ordenador 26. Esto se puede realizar mediante una transmisión de los datos directamente de la unidad de control de motor a la unidad de ordenador. También es concebible la medición de los tiempos de apertura mediante sensores de corriente o posición correspondientes.

Al mismo tiempo, los valores de medición del sensor de presión 14 en el recipiente de almacenamiento 12 y los valores de medición del dispositivo 22 para medir procesos de caudal volumétrico de resolución temporal en el conducto de combustible 4 se transmiten a la unidad de ordenador 26. Los cambios de presión medidos mediante el sensor de presión 14 se ponderan en primer lugar con cualquier factor de proporcionalidad y se suman durante un período de tiempo suficiente. A continuación, la suma de estos cambios de presión ponderados se compara con el caudal medido del dispositivo 22 para medir procesos de caudal volumétrico de resolución temporal, a partir de lo que se puede calcular ahora el factor de proporcionalidad mediante una superposición. Bajo la condición de un factor de proporcionalidad constante se puede calcular a continuación para cada cantidad parcial individual, esto es, para cualquier período de tiempo, un flujo de volumen concreto y, con ello, un desarrollo de inyección por este período de tiempo.

Se ha mostrado que a este respecto también se pueden utilizar períodos de tiempo muy pequeños alrededor de la inyección.

Una mejora adicional del resultado se puede conseguir al medirse, adicionalmente a la presión, la temperatura en el recipiente de almacenamiento. Oscilaciones de la temperatura en el recipiente de almacenamiento conducen a caudales aparentes que, sin embargo, se pueden calcular mediante la fórmula $\Delta V_T = V_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$. Por tanto, con los resultados correspondientes se pueden corregir a continuación los caudales determinados.

Mediante una medición continua de la presión en la entrada de la bomba de alta presión se puede calcular adicionalmente un caudal de bomba de alta presión con el que se puede separar el desarrollo de presión debido a una inyección de un cambio de presión debido al suministro de la bomba de alta presión. Para ello se corrige el desarrollo de cantidad de inyección calculado al superponerse el caudal de bomba que resulta de la presión medida y la temperatura medida con los valores de medición del dispositivo para medir procesos de caudal volumétrico de resolución temporal en el conducto de combustible. Por tanto, las cantidades de inyección se pueden separar exactamente de las cantidades de suministro. Evidentemente, también en este caso se puede corregir de manera correspondiente el módulo de compresibilidad mediante una medición de la temperatura para, a su vez, obtener resultados mejorados.

Con estos procedimientos y la estructura descrita se pueden cuantificar con una alta precisión procesos de inyección en un sistema de alta presión de combustible de un motor de combustión interna. Incluso se da la posibilidad de separar inyecciones previas e inyecciones principales entre sí y de determinar las cantidades de inyección. Evidentemente, también es posible una identificación de válvulas de inyección defectuosas. Problemas en válvulas de inyección que conducen a cantidades de inyección cambiadas se pueden identificar en primer lugar y, a continuación, se pueden compensar mediante regulaciones correspondientes y tiempos de apertura adaptados.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para medir procesos de inyección en una máquina de combustión interna con un depósito (2) en el que está almacenado combustible, un recipiente de almacenamiento (12) en el que está almacenado combustible comprimido, al menos una válvula de inyección (18) que está dispuesta en el recipiente de almacenamiento (12), un conducto de combustible (4) en el que están dispuestas una bomba de suministro de combustible (6) y una bomba de alta presión de combustible (8) para suministrar el combustible al interior del recipiente de almacenamiento (12), un sensor de presión (14) mediante el cual se puede determinar la presión en el recipiente de almacenamiento (12) y medios para registrar los datos de activación de las válvulas de inyección (18), **caracterizado por** una unidad de ordenador (26) que está conectada a un dispositivo (22) dispuesto en el conducto de combustible (4) para medir procesos de caudal volumétrico de resolución temporal y al sensor de presión (14) a través de líneas de transmisión de datos (24) para calcular un desarrollo de inyección mediante superposición de los caudales de recipiente de almacenamiento calculados a partir de los desarrollos de presión medidos del sensor de presión (14) en el recipiente de almacenamiento (12) y los valores de medición del dispositivo (22) para medir procesos de caudal volumétrico de resolución temporal en el conducto de combustible (4).
2. Sistema para medir procesos de inyección en una máquina de combustión interna de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** en el recipiente de almacenamiento (12) está dispuesto un sensor de temperatura (16) que está conectado a la unidad de ordenador (26).
3. Sistema para medir procesos de inyección en una máquina de combustión interna de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** en la entrada de la bomba de alta presión (8) está dispuesto un sensor de presión que está conectado a la unidad de ordenador (26).
4. Sistema para medir procesos de inyección en una máquina de combustión interna de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** en la entrada de la bomba de alta presión (8) está dispuesto un sensor de temperatura que está conectado a la unidad de ordenador (26).
5. Sistema para medir procesos de inyección en una máquina de combustión interna de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** un conducto de retorno de combustible (20) conduce de la bomba de alta presión (8) o del recipiente de almacenamiento (12) a través de una válvula reguladora de presión (19) al depósito (2).
6. Sistema para medir procesos de inyección en una máquina de combustión interna de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** el conducto de combustible (4) forma el conducto de retorno de combustible (20) en la zona en la que está dispuesto el dispositivo (22) para medir procesos de caudal volumétrico de resolución temporal.
7. Procedimiento para medir procesos de inyección en una máquina de combustión interna con un sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, con las siguientes etapas:
- transmitir los tiempos de activación determinados mediante los medios para registrar los datos de activación, los valores de medición del sensor de presión (14) en el recipiente de almacenamiento (12) y los valores de medición del dispositivo (22) para medir procesos de caudal volumétrico de resolución temporal en el conducto de combustible (4) a la unidad de ordenador (26)
 - calcular el desarrollo de inyección de las válvulas de inyección (18) en la unidad de ordenador (26) mediante superposición de los caudales de recipiente de almacenamiento calculados a partir de los desarrollos de presión medidos del sensor de presión (14) en el recipiente de almacenamiento (12) y de los valores de medición del dispositivo (22) para medir procesos de caudal volumétrico de resolución temporal en el conducto de combustible (4).
8. Procedimiento para medir procesos de inyección en una máquina de combustión interna de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que**
- se mide mediante el sensor de temperatura (16) en el recipiente de almacenamiento (12) la temperatura en el recipiente de almacenamiento (12),
 - se transmite el desarrollo de temperatura a la unidad de ordenador (26),
 - se calcula en la unidad de ordenador (26) el módulo de compresibilidad del combustible y
 - se utiliza el módulo de compresibilidad en la determinación del desarrollo de cantidad de inyección.
9. Procedimiento para medir procesos de inyección en una máquina de combustión interna de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado por que**
- se transmiten a la unidad de ordenador (26) los valores de medición del sensor de presión en la entrada de la bomba de alta presión (8),

- a partir de los valores de medición se calcula en la unidad de ordenador (26) un caudal de bomba de alta presión de la bomba de alta presión (8)
- se superponen el caudal calculado con los valores de medición del dispositivo (22) para medir procesos de caudal volumétrico de resolución temporal en el conducto de combustible (4) y los caudales de recipiente de almacenamiento calculados y a partir de ello se calcula un desarrollo de cantidad de inyección corregido.

5

10. Procedimiento para medir procesos de inyección en una máquina de combustión interna de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que**

- 10 - mediante el sensor de temperatura en la entrada de la bomba de alta presión (8) se mide la temperatura en la entrada de la bomba de alta presión (8),
- se transmite el desarrollo de temperatura a la unidad de ordenador (26),
- se calcula en la unidad de ordenador (26) el módulo de compresibilidad del combustible en la bomba de alta presión (8) y
- 15 - se utiliza el módulo de compresibilidad calculado en la determinación del caudal de bomba de alta presión.

Figura

