

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 590 102**

51 Int. Cl.:

F01N 3/021 (2006.01)

F01N 9/00 (2006.01)

F01N 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2011 E 11174347 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2016 EP 2423477**

54 Título: **Procedimiento de determinación del estado físico de un filtro de partículas**

30 Prioridad:

30.08.2010 FR 1056907

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

18.11.2016

73 Titular/es:

**PEUGEOT CITROËN AUTOMOBILES SA (100.0%)
Route de Gisy
78140 Vélizy-Villacoublay, FR**

72 Inventor/es:

**COLAS, HERVÉ;
GENIES, JEAN-FLORENT y
SZYMANSKI, PIERRE**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 590 102 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de determinación del estado físico de un filtro de partículas

5 La invención se refiere a un procedimiento de determinación del estado físico de un filtro de partículas diesel por modelación de la acumulación y de la regeneración del hollín en un control del motor. La presente invención concierne a un procedimiento de determinación de parámetros característicos del estado de un filtro de partículas.

10 La combustión de combustible fósil como el petróleo o el carbón en un sistema de combustión, en particular el carburante diesel en un motor diesel, puede provocar la producción en cantidad no despreciable de contaminantes que pueden ser descargados por el escape al medio ambiente y causar daños al mismo. Entre los contaminantes, las emisiones de monóxido de carbono, de hidrocarburos no quemados y de óxidos de nitrógeno son particularmente tóxicas.

Con el objetivo de limitar las descargas de estas emisiones tóxicas, los vehículos provistos de un motor térmico están generalmente cada vez más equipados de dispositivos anticontaminación. En particular, un conjunto de catalizadores pueden transformar los constituyentes tóxicos de los gases de escape en elementos menos tóxicos como el agua, o el dióxido de carbono.

15 Los dispositivos anticontaminación pueden igualmente comprender un filtro de partículas cuyo acrónimo es FAP. Un filtro permite atrapar las partículas de carbón procedentes de la combustión en los cilindros del motor del vehículo. La forma del filtro de partículas es generalmente cilíndrica. Además, el mismo está realizado de cerámica. El filtro está compuesto de una multitud de canales paralelos, de diámetros pequeños, que atrapan las partículas. Estas últimas se acumulan en el filtro y es necesario regenerar periódicamente el filtro eliminando las partículas atrapadas a fin de evitar una pérdida de carga demasiado importante en la línea de escape. Para esto, se aumenta la temperatura del filtro hasta alcanzar una temperatura a la cual las partículas de carbón se quemen. Para elevar la temperatura pueden utilizarse varios métodos. Por ejemplo, puede insertarse en el filtro una resistencia calentadora. Sin embargo, el método más extendido consiste en aumentar la temperatura de los gases de escape que atraviesen el filtro. A tal fin, es posible por ejemplo inyectar una cantidad suplementaria de carburante en al menos uno de los cilindros en forma de post-inyección. Este carburante se inflama produciendo un aumento de temperatura de los gases de escape. Otra solución, que puede ser combinada con la post-inyección, consiste en retardar la inyección principal de carburante. Esta post-inyección puede provocar una dilución del aceite del motor por impacto del chorro de carburante sobre las paredes del cilindro.

30 Propagándose la combustión en el filtro, resulta un gradiente de temperatura en el interior del filtro que, si el mismo es demasiado importante, puede dañar gravemente el filtro provocándole fisuras. Además, una temperatura globalmente demasiado elevada (generalmente por encima de 1000 °C) puede conducir a la destrucción del filtro. Es por tanto importante controlar la combustión de las partículas atrapadas a fin de no provocar daños irreversibles al filtro. La regeneración del filtro es activada automáticamente y transcurre sin percatarse el conductor.

35 La necesidad de regeneración del filtro puede ser detectada por la medición de la pérdida de carga, es decir midiendo con la ayuda de un sensor la diferencia de presión entre la entrada y la salida del filtro. La necesidad de regeneración puede ser estimada también en función del número de kilómetros recorridos y de las condiciones de utilización del vehículo. La necesidad de regeneración así como la duración de la regeneración pueden ser evaluadas finalmente por un modelo embarcado en el control del motor. La ventaja de este tipo de modelo reside en el hecho de que, durante esta regeneración el mismo es capaz de evaluar en tiempo real la duración de regeneración, la temperatura alcanzada y la masa de hollín restante en el filtro de partículas. Es posible entonces una optimización de las condiciones de regeneración (duración, número de demandas de regeneración) evitando así las sobrecargas del filtro que pueden implicar una destrucción del filtro, o la duración concertada demasiado importante de las regeneraciones que implica un riesgo de dilución del aceite del motor y por tanto un riesgo de rotura del motor, así como un sobreconsumo de carburante para el cliente.

45 Los modelos existentes no tienen en cuenta la resolución completa en tiempo real de la cinética de las reacciones de combustión del hollín, lo que no permite una evaluación correcta del inicio y de la duración de la combustión. En caso de subestimación, el riesgo es de hacer una mala estimación de la cantidad de hollín restante y por tanto de sobrecargar el filtro, lo que puede deteriorarlo. En caso de sobreestimación, el riesgo es de sobreconsumir. Puede aparecer entonces un fenómeno de dilución del aceite del motor y provocar roturas del motor.

50 Se conoce igualmente el documento WO-A-2004/015248 que describe un sistema de control del motor que pone en práctica una estrategia que controla el momento y la duración de una regeneración forzada de un filtro de partículas. La estrategia está basada en un modelo y en la utilización de un bucle cerrado. La regeneración forzada comienza por el retardo del momento del inicio de inyección de carburante y a continuación se ajusta la inyección de carburante para aumentar la acción catalítica y hacer el procedimiento transparente para el conductor del vehículo.

55 El documento EP-A-1 873 369 describe un procedimiento de gestión de la regeneración de un filtro de partículas que comprende una primera etapa de regeneración del filtro a una primera velocidad, y una segunda etapa de regeneración del filtro a una segunda velocidad superior a la primera.

- 5 El documento FR-A-2 898 153 describe un procedimiento de gestión de un filtro de partículas instalado en la zona de los gases de escape de un motor de combustión interna y que llegado el caso debe ser regenerado para eliminar las partículas acumuladas, según el cual se calienta el filtro de partículas para la regeneración actuando sobre la temperatura de los gases de escape aguas arriba del filtro de partículas. Se fija la temperatura de los gases de escape aguas arriba del filtro de partículas a un valor de consigna predefinido de temperatura de los gases de escape, y el valor de consigna de temperatura de los gases de escape depende al menos de una magnitud característica del filtro de partículas en el transcurso de la regeneración.
- 10 El documento FR-A-2 872 852 describe un procedimiento de regulación de la regeneración de un filtro de partículas por control de la potencia térmica facilitada al mismo por el motor del vehículo. Esta potencia es determinada en tiempo real sobre la base de un balance energético de la actividad del filtro que permita cuantificar en cada instante la potencia térmica de la que dispone el filtro y compararla con una potencia térmica que permita optimizar la regeneración. El documento WO 2006/123761 describe un sistema de tratamiento de los gases de escape y un procedimiento de control de este sistema, siendo este procedimiento de control tal que la velocidad de combustión de las partículas es evaluada y corregida.
- 15 Para esto, la invención propone un procedimiento de determinación de parámetros característicos del estado de un filtro de partículas en el cual tienen lugar una pluralidad de reacciones de combustión de hollín caracterizado por que el procedimiento comprende las etapas de:
- evaluación de la temperatura instantánea del filtro sobre la base de una ecuación de conservación de la energía aplicada al filtro;
 - 20 - cálculo de las velocidades de reacción de cada una de las reacciones de combustión del hollín utilizando la temperatura instantánea evaluada y la cantidad de materia para las diferentes especies químicas en el filtro de partículas,
 - previsión de una cantidad de materia consumida teórica para las diferentes especies químicas a partir de las velocidades calculadas;
 - 25 - comparación de la cantidad de materia teórica con la cantidad de materia presente en el filtro de partículas para cada una de las especies presentes;
 - corrección de las velocidades calculadas cuando la cantidad de materia teórica para una especie es superior a la cantidad de materia presente en el filtro de partículas para esta especie, y
 - 30 - determinación de al menos un parámetro característico del estado de un filtro de partículas con la ayuda de las velocidades corregidas.
- De acuerdo con una variante, el procedimiento comprende además las etapas de:
- establecimiento de un balance de cantidad de materia para cada especie presente en el filtro de partículas a partir de las velocidades corregidas, y
 - 35 - determinación de la cantidad de calor desprendido por las reacciones de combustión a partir de las velocidades corregidas.
- De acuerdo con una variante, en la etapa de establecimiento del balance de cantidad de materia, se determinan la cantidad de materia consumida, la cantidad restante en el filtro y la cantidad de materia que sale del filtro para cada una de las especies.
- 40 De acuerdo con una variante, el procedimiento es iterativo y la evaluación de la temperatura instantánea del filtro en una iteración tiene en cuenta la cantidad de calor determinada en la iteración precedente.
- De acuerdo con una variante, la cantidad de materia para cada especie en el filtro es obtenida con la ayuda de la medición de la composición de la mezcla gaseosa que entra en el filtro y del caudal de gases en el filtro.
- De acuerdo con una variante, la cantidad de materia para cada especie en el filtro incluye igualmente la cantidad de materia restante en el filtro de partículas para cada especie.
- 45 De acuerdo con una variante, la ecuación de conservación de la energía aplicada al filtro es independiente de la geometría del filtro de partículas.
- De acuerdo con una variante, la ecuación de conservación de la energía aplicada al filtro depende solamente de una dimensión de la geometría del filtro de partículas.
- De acuerdo con una variante, el parámetro determinado es elegido entre un grupo constituido por:
- 50 - la composición de la mezcla gaseosa a la salida del filtro de partículas,

- la masa de hollín quemada,
- la masa de hollín restante en el filtro de partículas,
- la temperatura interna del filtro de partículas,
- la temperatura a la salida del filtro de partículas,
- 5 - la cantidad de calor desprendido por las reacciones de combustión del hollín,
- la velocidad de consumo de los óxidos de nitrógeno en caso de regeneración del filtro de partículas, y
- la duración de combustión del hollín.

De acuerdo con una variante, las velocidades de cada reacción son calculadas utilizando una ley de tipo Arrhenius.

10 La invención se refiere también a un procedimiento de control del motor que utiliza al menos un parámetro característico del estado de un filtro de partículas determinado de acuerdo con el procedimiento anteriormente descrito.

La invención se refiere también a un vehículo que comprende una línea de escape que comprende un filtro de partículas, y un calculador adaptado para poner en práctica uno de los procedimientos anteriormente descritos.

15 Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto en la lectura de la descripción detallada que sigue de los modos de realización de la invención, dados únicamente a título de ejemplo y refiriéndose a los dibujos que muestran:

- figura 1, un organigrama de puesta en práctica del procedimiento;
- figura 2, una representación esquemática de un balance térmico.

20 Se propone un vehículo que comprende una línea de escape que comprende un filtro de partículas. En el filtro de partículas, tienen lugar una pluralidad de reacciones de combustión de hollín en presencia o no de aditivos y en presencia o no de catalizadores. El vehículo comprende además un calculador adaptado para poner en práctica un procedimiento de determinación de parámetros característicos del estado de un filtro de partículas.

EL procedimiento comprende una etapa de evaluación de la temperatura instantánea del filtro sobre la base de una ecuación de conservación de la energía aplicada al filtro.

25 A título de ejemplo, en la figura 1, en la etapa 12, la ecuación de conservación de la energía aplicada al filtro puede ser independiente de la geometría del filtro de partículas. Tal modelo puede ser cualificado de modelo de 0 dimensión. Es posible igualmente una ecuación de conservación de la energía aplicada al filtro que dependa solamente de una dimensión de la geometría del filtro de partículas. En este caso, el modelo es un modelo de una dimensión. Las limitaciones propuestas desde el punto de vista del número de dimensión espacial tenidas en cuenta para el filtro de partículas están vinculadas a las limitaciones del calculador. Las ecuaciones propuestas presentan en efecto la ventaja de ser calculables en un calculador embarcado de vehículo. Con respecto al modelo independiente de la geometría del filtro de partículas, la modelación de una dimensión permite aportar una mejor evaluación de la térmica del filtro.

30 A título de ejemplo (véase la figura 2), la puesta en práctica del acoplamiento entre el modelo térmico y la cinética química puede ser ilustrada para la ecuación de conservación de la energía aplicada al filtro independiente de la geometría del filtro de partículas. A cada paso del tiempo, la ecuación de conservación de la energía efectúa un balance que tiene en cuenta la técnica de convección entrada-salida, la inercia de la pasta (es decir el filtro) debida a su masa, las pérdidas exteriores y la liberación de calor debida a la combustión del hollín en el paso precedente. Se obtiene entonces la ecuación siguiente:

40

$$q_{gases} Cp_p (T_{gases\ entrada} - T_{gases\ salida}) + Q = h_p Sext_p (T_p - T_{ext}) + m_p Cp_p \left(\frac{T_{p\ t} - T_{p\ t-1}}{\tau_s} \right)$$

Donde:

- q_{gases} representa el caudal másico de los gases de escape;
- Cp_p representa la capacidad calórica másica de los gases de escape;
- 45 • $T_{gases_entrada}$ representa la temperatura de los gases a la entrada del filtro de partículas;
- T_{gases_salida} representa la temperatura de los gases a la salida del filtro de partículas;

ES 2 590 102 T3

- Q corresponde a la cantidad de calor determinada en la iteración precedente;
- h_p corresponde al Coeficiente de intercambio térmico exterior;
- S_{ext_p} corresponde a la superficie del filtro en contacto con el exterior;
- T_p es la temperatura del filtro de partículas;
- 5 • T_{ext} es la temperatura exterior;
- m_p es la masa del FAP;
- T_{p_t} es la temperatura del filtro de partículas en el instante t;
- T_{p_t-1} es la temperatura del filtro de partículas en el instante t-1;
- T_s es el tiempo característico del cálculo iterativo.

10 Una resolución de esta ecuación permite entonces determinar la temperatura en el interior de la pasta en un instante t (véase la referencia 14 en la figura 1). Como se explicó anteriormente, dicha resolución puede ser puesta en práctica en un calculador.

15 Para resolver las ecuaciones físico-químicas del modelo, son necesarias la temperatura y el caudal de entrada en el FAP, la cantidad de hollín total, así como la composición de la mezcla gaseosa (véase la etapa 10). Estos datos pueden provenir del control del motor, pero igualmente venir de sensores (caudalímetros, termopares, sondas, sensores de hollín, sensores de delta P) durante la utilización en bucle abierto. Es posible cualquier otro método de obtener la temperatura, el caudal y la composición del gas y la cantidad de hollín.

20 El procedimiento comprende a continuación la determinación del modelo de cinética química del consumo del hollín (véase la etapa 24). El procedimiento calcula las velocidades de reacción de cada una de las reacciones de combustión del hollín utilizando la temperatura instantánea evaluada anteriormente y la cantidad de materia para las diferentes especies químicas en el filtro de partículas (véanse las referencias 16 y 22).

25 Las velocidades de cada reacción pueden ser calculadas especialmente utilizando una ley de tipo Arrhenius. Un cálculo de este tipo puede ser realizado después de la determinación de las cantidades de reactivos disponibles en el instante t. Así, la cantidad de materia para cada especie en el filtro puede ser obtenida con la ayuda de la medición del composición de la mezcla gaseosa que entra en el filtro y del caudal de gas en el filtro (véase la referencia 18). La cantidad de materia para cada especie en el filtro puede incluir igualmente la cantidad de materia restante en el filtro de partículas para cada especie. Se utilizan la temperatura en el interior de la pasta 20 evaluada anteriormente y la cantidad total de hollín 16.

La velocidad v para una reacción dada se expresa entonces en la forma:

30
$$v = \frac{d[C]}{dt} = k_0 \cdot \gamma_{aditivos/catalizadores} \cdot \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right) \cdot [A]^\alpha \cdot [B]^\beta$$

donde:

- A representa las presiones parciales del oxígeno o de óxido de nitrógeno;
- B representa la masa de hollín;
- C representa el consumo del reactivo;
- 35 • α y β representan el orden de las reacciones químicas;
- k_0 es el factor pre-exponencial
- γ corresponde a la toma en consideración de la cantidad de aditivos y/o de catalizadores;
- E_a corresponde a la energía de activación de la reacción considerada;
- R es la constante de los gases perfectos;
- 40 • T es la temperatura en el interior del FAP.

Las velocidades de las reacciones que consumen el oxígeno y los óxidos de nitrógeno son calculadas permitiendo obtener las cantidades de reactivos teóricamente consumidos. La utilización de cinéticas químicas permite estimar

mejor el inicio de las regeneraciones, lo que permite modelar mejor los tiempos de regeneraciones así como la masa restante en el seno del filtro de partículas.

5 No pudiendo resolver un sistema de ecuaciones diferenciales en un control del motor embarcado sin consumir demasiado tiempo de cálculo, las reacciones son ordenadas por su cinética y calculadas de modo independiente, lo que puede provocar consumos de reactivos superiores a lo que realmente está presente en el filtro de partículas. Conviene así moderar estas cinéticas (por un bucle 25) verificando que las cantidades presentes son superiores a las cantidades teóricamente consumidas.

10 Por este motivo el procedimiento comprende igualmente una etapa de previsión de una cantidad de materia consumida teórica para las diferentes especies químicas a partir de las velocidades calculadas (cantidades de hollín y moles de gases consumidos en la etapa 26). El procedimiento comprende además una etapa 28 de comparación de la cantidad de materia teórica con la cantidad de materia presente en el filtro de partículas para cada una de las especies presentes. El procedimiento comprende además la corrección (o limitación) de las velocidades calculadas cuando la cantidad de materia teórica para una especie es superior a la cantidad de materia presente en el filtro de partículas para esta especie (véase la etapa 30). La corrección de las velocidades se hace con la ayuda de una moderación utilizando la totalidad del reactivo limitante según la ecuación:

$$v = \frac{[\text{Reactivo Limitante}]_{\text{entrada}} + [\text{Reactivo limitante}]_{\text{almacenado}}}{dt}$$

20 La invención presenta la ventaja de tener en cuenta la moderación de las cinéticas por defecto de un reactivo lo que provoca una sobreestimación del consumo de hollín en ciertos casos de vida de servicio. La invención combina los dos aspectos termodinámicos y cinéticas químicas al tiempo que respeta los balances de materia. Las etapas precedentes permiten por tanto tener en cuenta la limitación cinética debida a la competición entre las reacciones sin resolver las ecuaciones diferenciales de la cinética química. Esto asegura obtener un resultado parecido a la situación real limitando los cálculos efectuados.

El procedimiento comprende además una etapa de determinación de al menos un parámetro característico del estado de un filtro de partículas con la ayuda de las velocidades corregidas.

25 Entre los parámetros que pueden ser determinados en esta etapa (datos de salida), se encuentran especialmente la composición de la mezcla gaseosa a la salida del filtro de partículas (véase la referencia 36), la masa de hollín quemada, la masa de hollín restante en el filtro de partículas (en particular en función del tiempo – referencia 40), la temperatura interna del filtro de partículas, la temperatura a la salida del filtro de partículas (en particular en función del tiempo – referencia 38), la cantidad de calor desprendida por las reacciones de combustión del hollín, la velocidad de consumo de los óxidos de nitrógeno en caso de regeneración del filtro de partículas, y la duración de combustión del hollín. Estos datos son utilizados en diferentes módulos del control del motor que permiten estrategias de control del motor y estrategias de control de la línea de post-tratamiento.

35 El procedimiento permite así obtener en salida informaciones en tiempo real sobre el estado del filtro de partículas. Estas informaciones son deducidas de parámetros que son determinados con una mejor precisión. En efecto, el modelo considerado permite tener en cuenta un máximo de reacciones químicas y su cinética respectiva.

Esta mejora de la precisión es obtenida al tiempo que se conserva la facilidad de los cálculos, lo que permite que el procedimiento pueda ser puesto en práctica en un calculador de vehículo.

40 Esto permite controlar mejor la masa de hollín en el filtro, contener las fisuraciones del filtro y evitar los riesgos agravados de calentamiento del filtro. Resulta así que se asegura el respeto de las normas sobre emisiones de contaminantes en masa y en número.

La invención permite el respeto del On Board Diagnostics, proceso de control del estado del filtro en el transcurso de la vida de servicio del vehículo, impuesto por la norma Euro6.

El procedimiento permite también optimizar la duración de regeneración del filtro de partículas. Para el usuario, esto se traduce en un bajo consumo de carburante.

45 Esto permite además dimensionar lo más justo el substrato filtrante y elegir substratos filtrantes menos caros puesto que son menos restrictivos a los niveles térmicos elevados.

El procedimiento permite también disminuir el fenómeno de dilución de aceite. Esto permite elegir un aceite menos caro puesto que es menos restrictivo. La fiabilidad de los motores resulta así mejorada.

50 Para poner en práctica esta etapa de determinación de al menos un parámetro característico del estado de un filtro de partículas, el procedimiento puede comprender etapas suplementarias. Así, el procedimiento puede comprender la determinación de un modelo de liberación de calor y de consumo de los reactivos (referencia 32). Se trata de una etapa de establecimiento de un balance de cantidad de materia para cada especie presente en el filtro de partículas

- 5 a partir de las velocidades corregidas, y una etapa de determinación de la cantidad de calor desprendida por las reacciones de combustión a partir de las velocidades corregidas. Dicho de otro modo, después de la corrección de las velocidades calculadas, el modelo permite calcular las cantidades de reactivos consumidos y de productos creados. El mismo calcula igualmente la energía que desprenden las reacciones de la combustión del hollín basándose en los principios de la termodinámica. La energía producida por las reacciones de combustión será utilizada para el cálculo de la temperatura de los gases y de la pasta. Esto saca partido del cierre en bucle fuerte.
- 10 Cuando el procedimiento es iterativo como es el caso según el organigrama de la figura 1, la evaluación de la temperatura instantánea del filtro en una iteración puede tener en cuenta la cantidad de calor determinada en la iteración precedente como se explicó anteriormente (referencias 14 y 34). El cierre en bucle temporal permite realizar un cierre en bucle fuerte entre la modelación térmica y la utilización de la cinética química. El modelo de temperatura en el interior del filtro de partículas utiliza la liberación de calor calculada al final del paso del tiempo precedente para resolver el balance energético. Asimismo, el modelo de cálculo de cinética química utiliza la temperatura en el interior del filtro con el paso del tiempo t para calcular el avance de las reacciones de combustión. Esto permite tener en cuenta la energía desprendida durante la combustión del hollín a cada paso del tiempo y así predecir mejor la temperatura interna del filtro y de los gases de escape. El inicio de la reacción es correctamente estimado, así como la duración de la regeneración en tiempo real y como consecuencia la masa de hollín en el filtro en función del tiempo. El cierre en bucle fuerte permite así obtener de manera más precisa parámetros característicos del estado del filtro.
- 20 El procedimiento descrito permite en particular poner en práctica un procedimiento de control de un motor embarcado en un vehículo. El conocimiento de los parámetros característicos del estado del filtro permite entonces adaptar el funcionamiento del motor. El conocimiento de la masa del hollín en el filtro puede por ejemplo permitir concluir que se ha producido una combustión incompleta. Esto es debido por ejemplo a una falta de aire inyectado en el motor. Además, la temperatura del filtro de partículas calculada puede ser utilizada para otros modelos en el seno del calculador.
- 25 La invención es una modelación que asocia un modelo de combustión del hollín por resolución de la cinética química de oxidación del hollín y un modelo físico de térmica del filtro de partículas, que permite el seguimiento en tiempo real de la temperatura en el interior de la pasta, de la masa de hollín almacenada en el interior del FAP, así como la composición simplificada de la mezcla gaseosa que sale, y esto a través del acoplamiento fuerte de la evolución de las reacciones cinéticas y de la evaluación de la temperatura a cada paso del tiempo.
- 30 El procedimiento permite tener en cuenta bien el conjunto de las especies presentes en un instante t dado para poder calcular mejor la liberación de calor facilitada por las reacciones químicas, lo que permite obtener valores muy parecidos a lo que realmente pasa. Además de tener en cuenta todas las especies, se respeta el balance de materia de las especies químicas gracias a la limitación cinética que corrige los valores de velocidad cinética que da la termodinámica química.

35

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de determinación de parámetros característicos del estado de un filtro de partículas en el cual tienen lugar una pluralidad de reacciones de combustión de hollín caracterizado por que el procedimiento comprende las etapas de:
- 5 - evaluación (12) de la temperatura instantánea del filtro sobre la base de una ecuación de conservación de la energía aplicada al filtro;
- cálculo de las velocidades de reacción (24) de cada una de las reacciones de combustión del hollín utilizando la temperatura instantánea evaluada y la cantidad de materia para las diferentes especies químicas en el filtro de partículas,
- 10 - provisión de una cantidad de materia consumida teórica para las diferentes especies químicas a partir de las velocidades calculadas;
- comparación (28) de la cantidad de materia teórica con la cantidad de materia presente en el filtro de partículas para cada una de las especies presentes;
- corrección (30) de las velocidades calculadas cuando la cantidad de materia teórica para una especie es superior a la cantidad de materia presente en el filtro de partículas para esta especie, y
- 15 - determinación de al menos un parámetro característico (36, 38, 40) del estado de un filtro de partículas con la ayuda de las velocidades corregidas.
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado por que el procedimiento comprende las etapas de:
- 20 - establecimiento de un balance de cantidad de materia para cada especie presente en el filtro de partículas a partir de las velocidades corregidas, y
- determinación de la cantidad de calor desprendida por las reacciones de combustión a partir de las velocidades corregidas.
3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2 caracterizado por que en la etapa de establecimiento del balance de cantidad de materia, se determinan la cantidad de materia consumida, la cantidad restante en el filtro y la cantidad de materia que sale del filtro.
4. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 o 3 caracterizado por que el procedimiento es iterativo y la evaluación de la temperatura instantánea del filtro en una iteración tiene en cuenta la cantidad de calor determinada en la iteración precedente.
- 30 5. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 caracterizado por que la cantidad de materia para cada especie en el filtro es obtenida con la ayuda de la medición de la composición de la mezcla gaseosa que entra en el filtro y del caudal de gases en el filtro.
6. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 caracterizado por que la cantidad de materia para cada especie en el filtro incluye igualmente la cantidad de materia restante en el filtro de partículas para cada especie.
- 35 7. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 caracterizado por que la ecuación de conservación de la energía aplicada al filtro es independiente de la geometría del filtro de partículas.
8. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 caracterizado por que la ecuación de conservación de la energía aplicada al filtro depende solamente de una dimensión de la geometría del filtro de partículas.
- 40 9. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 caracterizado por que el parámetro determinado es elegido entre un grupo constituido por:
- la composición de la mezcla gaseosa a la salida del filtro de partículas,
- la masa de hollín quemada,
- 45 - la masa de hollín restante en el filtro de partículas,
- la temperatura interna del filtro de partículas,
- la temperatura a la salida del filtro de partículas,

- la cantidad de calor desprendida por las reacciones de combustión del hollín,
 - la velocidad de consumo del oxígeno en caso de regeneración del filtro de partículas,
 - la velocidad de consumo de los óxidos de nitrógeno en caso de regeneración del filtro de partículas, y
 - la duración de combustión del hollín.
- 5 10. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 caracterizado por que las velocidades de cada reacción son calculadas utilizando una ley de tipo Arrhenius.
11. Un procedimiento de control del motor caracterizado por que el mismo utiliza al menos un parámetro característico del estado del filtro de partículas determinado de acuerdo con el procedimiento de determinación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10.
- 10 12. Un vehículo caracterizado por que el vehículo comprende:
- una línea de escape que comprende un filtro de partículas,
 - un calculador adaptado para poner en práctica el procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10 o de acuerdo con la reivindicación 11.

Fig 1

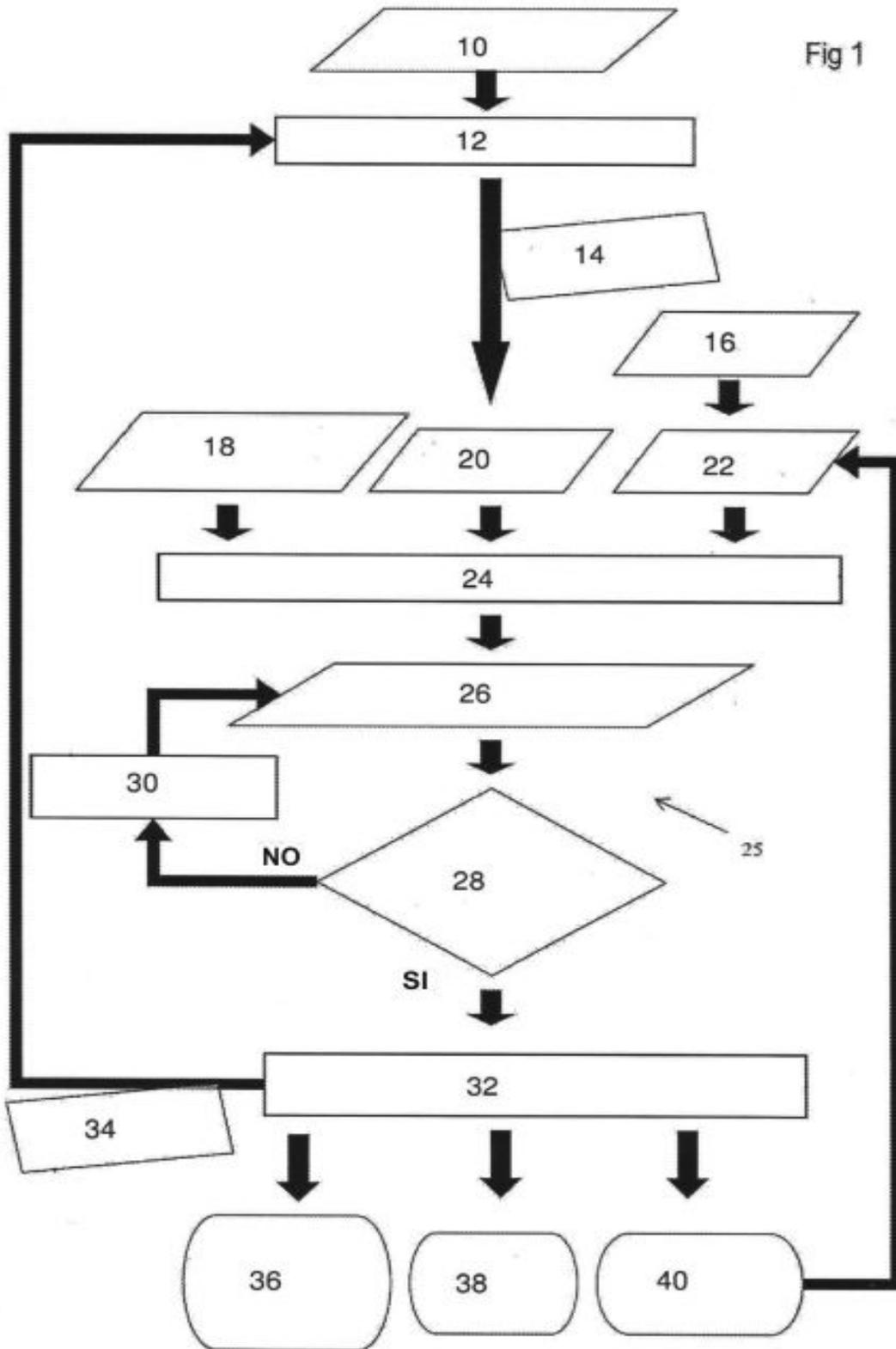


Fig 2

