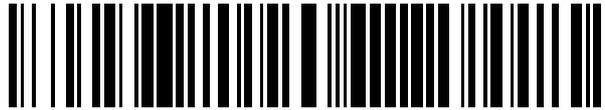


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 627**

51 Int. Cl.:

F01N 11/00 (2006.01)

F01N 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2011 E 11743104 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2015 EP 2619426**

54 Título: **Procedimiento de estimación adaptativa de una carga corriente de hollín de un filtro de partículas**

30 Prioridad:

22.09.2010 FR 1057596

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

14.09.2015

73 Titular/es:

**RENAULT S.A.S. (100.0%)
13-15, quai Le Gallo
92100 Boulogne-Billancourt, FR**

72 Inventor/es:

**TURPIN, THOMAS;
BERARD, SANDRINE y
DI-PENTA, DAMIANO**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 545 627 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 estimación adaptativa de una carga corriente de hollín de un filtro de partículas

5 La presente invención se refiere, de forma general, al campo de los sistemas de postratamiento de los gases de escape y, en particular, a los filtros de partículas que permiten reducir las emisiones de las partículas producidas por los motores de combustión interna, especialmente, de los motores del tipo Diesel.

10 Más precisamente, la invención se refiere según un primer aspecto a un procedimiento de estimación adaptativa de una carga corriente de hollín de un filtro de partículas que tiene en sus bornes una presión diferencial y dispuesto en un tubo de escape de un motor de combustión interna, preferiblemente instalado en un vehículo, por ejemplo, en un vehículo automóvil, el procedimiento de estimación está aplicado por un calculador asociado:

- a un captador diferencial adaptado para medir la presión diferencial, y
- a un medio adaptado a determinar un caudal volumétrico de los gases de escape en el tubo de escape.

El procedimiento de estimación comprende:

- una etapa de selección de una masa de hollín característica a partir de una primera cartografía de datos propia de unas escalas predeterminadas de los caudales volumétricos determinados de los gases de escape y de presión diferenciales medidos;
- una primera etapa de determinación del caudal volumétrico (Q);
- una segunda etapa de medición de la presión diferencial (P).

25 El captador de presión diferencial puede igualmente corresponder a dos captadores de presiones adaptados a medir la presión aguas arriba y aguas abajo del filtro de partículas.

30 El medio de determinación del caudal volumétrico de los gases de escape puede consistir en un caudalímetro situado en un circuito de admisión de aire del motor, y que suministra una información del caudal a un calculador que es apto para determinar, en función de la información del caudal y de parámetros de funcionamiento del motor, el caudal volumétrico de los gases de escape.

35 Un procedimiento de este tipo está descrito en la solicitud de patente en los Estados Unidos US 2003/0167757 A1. Este procedimiento prerregistrado permite estimar la carga corriente de hollín del filtro de partículas en función de presiones diferenciales medidas en sus bornes y del caudal volumétrico medido de los gases de escape con la ayuda de un modelo de emisión del motor basado en los cálculos mediante la utilización del primer conjunto de datos. No obstante, la carga corriente así obtenida muestra unas dispersiones no satisfactorias debidas a los errores del captador diferencial y/o del captador de caudal que conducen a regenerar más a menudo el filtro de partículas y, al fin, tiende a aumentar el consumo de carburante.

40 En este contexto, la presente invención tiene por objeto proponer un procedimiento de estimación que por lo menos tienda a reducir la limitación anteriormente mencionada.

45 Con este objeto, el procedimiento de estimación, por otra parte de acuerdo con la definición genérica que da el preámbulo anterior, está esencialmente caracterizado por que tiene una etapa de identificación del modo de funcionamiento motor que corresponde a una fase de funcionamiento del motor y por tanto del filtro de partículas, sobre todo este último puede estar en una fase normal de funcionamiento, una fase denominada de regeneración o incluso una fase de arranque en frío. La identificación del modo de funcionamiento motor permite ejecutar un procedimiento de evaluación de la masa de hollín apropiada a las condiciones de funcionamiento características del modo de funcionamiento motor.

Además, el procedimiento tiene las siguientes etapas que consisten en:

- calcular una presión diferencial modelizada (p_{R0} , p_{R1} , p_{R2}) a partir de una segunda cartografía de datos prerregistrada que permite establecer para una masa de hollín dada y un caudal de escape dado un valor de presión diferencial modelizada (p_{R0} , p_{R1} , p_{R2});
- comparar el caudal volumétrico de escape (Q) con un umbral de caudal volumétrico de escape (Q_0 , Q_1 , Q_2) prerregistrado y que corresponde a un modo de funcionamiento motor, cuando el caudal volumétrico de escape (Q) es superior al umbral, el procedimiento comprende:

- una etapa de cálculo de una primera diferencia (Δ_0 , Δ_1 , Δ_2) para dicho caudal volumétrico medido (Q), entre la presión diferencial medida (P) y la presión diferencial modelizada (p_{R0} , p_{R1} , p_{R2});
- una etapa de cálculo de una segunda diferencia (Δ_{R0} , Δ_{R1} , Δ_{R2}) obtenida por el producto de la primera diferencia (Δ_0 , Δ_1 , Δ_2) por una ganancia prerregistrada y que corresponde a un modo de funcionamiento motor.

5 Gracias a este modo de funcionamiento, el procedimiento de estimación según la invención muestra un vínculo de retorno que permite ajustar la estimación de la carga corriente de hollín para suministrar así el efecto de las dispersiones de los captadores para regenerar menos a menudo el filtro de partículas y, al fin, contribuir a la reducción del consumo de carburante del motor.

Otras características y ventajas de la invención se verán más claramente a partir de la descripción que de ella se hace más adelante, a título indicativo y de ningún modo limitativo, con referencia a los dibujos anejos, en los que:

- 10 • la figura 1 ilustra esquemáticamente un dispositivo que permite aplicar el procedimiento según la invención montado en un vehículo y que conviene para la aplicación del procedimiento de estimación según la invención;
- la figura 2 representa una aplicación de un procedimiento de la invención en la que un primer estimador de la masa de hollín está acoplado a un segundo estimador adaptado a una fase denominada de regeneración;
- 15 • la figura 3 representa una aplicación de un procedimiento de la invención en la que un primer estimador está acoplado a un tercer estimador adaptado a una fase de arranque en frío;
- la figura 4 ilustra esquemáticamente una sucesión de etapas del procedimiento según la invención que comprende tres estimadores que corresponden respectivamente a tres modos de funcionamiento motor.

20 Como se ha anunciado anteriormente y se ha ilustrado en la figura 1, la figura se refiere según un primer aspecto a un procedimiento de estimación 1 adaptativa de una carga corriente M_c de hollín 20 de un filtro 21 de partículas, indicado como FAP a lo largo de la descripción. Este último muestra en sus bornes 211, 212 una presión diferencial P y está dispuesto en un tubo de escape 22 de un motor 2 de combustión interna. El procedimiento de estimación 1 es aplicado por un calculador 3 asociado a unos medios de medida de la presión diferencial P y a unos medios de determinación de un caudal volumétrico Q de los gases de escape G en el tubo de escape 22.

Como está ilustrado en la figura 1, el calculador 3 está asociado:

- 30 • a un captador diferencial 4 adaptado para medir la presión diferencial P, y
- a un medio 5 adaptado para determinar un caudal volumétrico Q de los gases de escape G en el tubo de escape 22.

Como está ilustrado en la figura 1, el motor 2 y el calculador 3 están montados en un vehículo 6, por ejemplo, en un vehículo automóvil.

El calculador 3 está preferiblemente provisto:

- 40 • de una unidad central de tratamiento denominada CPU (en inglés Central Processing Unit), por ejemplo, multitarea, y
- de unos medios de memorización no representados para registrar datos y/o informaciones.

La invención permite tener en cuenta diferentes modos de funcionamiento motor aplicables al vehículo con el fin de limitar las dispersiones debidas a los errores de los captadores en el cálculo de la masa de hollín en el FAP, sobre todo las dispersiones de medida. En efecto, según el modo aplicado de funcionamiento del motor, el filtro de partículas tiene unas fases de funcionamiento diferentes. Dichas fases de funcionamiento del FAP tienen unas condiciones iniciales y un modelo de estimación de la masa de hollín que es propio del modo de funcionamiento motor. El procedimiento de la invención permite por lo tanto, teniendo en cuenta el modo de funcionamiento motor, corregir el sesgo provocado por el modo de funcionamiento del FAP y por lo tanto estimar una masa de hollín presente en el filtro de partículas de una manera más fiable.

A un modo de funcionamiento motor dado corresponde una fase de funcionamiento del filtro de partículas.

El procedimiento de la invención permite identificar el modo de funcionamiento motor entre:

- 55 – un primer modo de funcionamiento nominal, indicado como R_0 , para el cual un primer conjunto de condiciones predeterminadas permite ejecutar un primer estimador de la masa de hollín en el FAP;
- un segundo modo de funcionamiento motor, indicado como R_1 , que corresponde a una fase de regeneración del FAP, para el cual un segundo conjunto de datos predeterminados permite ejecutar un segundo estimador que permite tener en cuenta una masa de hollín residual no detectada por el primer estimador durante un funcionamiento nominal;
- 60 – un tercer modo de funcionamiento motor, indicado como R_2 , que corresponde a una fase denominada de arranque en frío del FAP para el cual un tercer conjunto de datos permite ejecutar un tercer estimador que permite tener en cuenta una diferencia de masa denominada de “compensación en frío” en la estimación de la masa de hollín en el FAP.

El procedimiento de la invención comprende el primero, el segundo o el tercer estimador así como todas las combinaciones de dichos estimadores que permiten evaluar la masa de hollín en el FAP, por ejemplo durante las transiciones del modo de funcionamiento motor.

5 El modo de funcionamiento nominal establecido R_0 es generalmente observado entre dos regeneraciones sucesivas del filtro 21 de partículas. Este modo de funcionamiento se establece cuando el motor 2 tiene una temperatura de acuerdo a las exigencias del fabricante del motor, por ejemplo una temperatura sensiblemente igual a aproximadamente 90°C .

10 El procedimiento de la invención necesita por lo tanto identificar el modo de funcionamiento motor R_0 , R_1 , R_2 y servir al procedimiento a partir de los datos de salidas del estimador más apropiado a dicho modo de funcionamiento identificado del motor.

15 Una ventaja del procedimiento según la invención es que un modo de realización privilegiado permite la ejecución simultánea del primero, segundo y tercer estimador.

En este modo de realización, la identificación del modo de funcionamiento motor permite reinyectar, según las diferencias de masa identificadas, en cada uno de los estimadores los datos apropiados al servicio del procedimiento de la invención.

20 La variación de la masa de hollín en el FAP, sigue una función definida por la siguiente relación:

$$\frac{dm^{esli}}{dt} = Q_{emi} + K_{obs} \cdot (P - P_R)$$

25 En donde:

- $\frac{dm^{esli}}{dt}$ representa la variación de la masa de hollín en el FAP, un estimador tiene por lo tanto generalmente un integrador que permite evaluar la masa a partir del cálculo de una variación de masa y una masa inicial.
- Q_{emi} representa un modelo de emisión de los gases de escape, este modelo es representativo en los caudales poco elevados, un solo Q_{seuil} está por lo tanto definido más allá del cual el modelo de emisión no es tenido en cuenta.
- K_{obs} representa la ganancia del estimador, este parámetro permite definir el compromiso entre la convergencia y el ajuste de datos del estimador. La ganancia puede ser definida como una constante o una función del caudal volumétrico del escape de los gases.
- $(P - P_R)$ representa la diferencia de la presión diferencial en las bornes del FAP entre la presión diferencial P detectada por los captadores y la presión diferencial P_R estimada a partir de una segunda cartografía 32 de los datos dependiente del caudal volumétrico de escape de los gases.

40 En el procedimiento de la invención los tres estimadores tienen las siguientes notaciones:

Relativas al primer estimador:

- $Q_{seuil} = Q_0$
- $K_{obs} = K_0$
- $P - P_R = P - P_{R0} = \Delta_0$
- $\Delta_{R0} = \Delta_0 \cdot K_0$

Relativas al segundo estimador:

- $Q_{seuil} = Q_1$
- $K_{obs} = K_1$
- $P - P_R = P - P_{R1} = \Delta_1$
- $\Delta_{R0} = \Delta_1 \cdot K_1$

55 Relativas al tercer estimador:

- $Q_{seuil} = Q_2$
- $K_{obs} = K_2$
- $P - P_R = P - P_{R2} = \Delta_2$
- $\Delta_{R0} = \Delta_2 \cdot K_2$

La figura 1 representa igualmente una primera cartografía 31 de datos propia de las escalas predeterminadas de caudales volumétricos medidos de los gases de escape y de presiones diferenciales medidas que permiten asociar una masa característica de hollín.

La figura 1 representa además una segunda cartografía 32 de datos que permite establecer la presión diferencial P_R estimada a partir en función del caudal volumétrico de los gases.

La figura 2 representa un modo de funcionamiento del procedimiento de la invención en la que el primer estimador 40 es aplicado especialmente por un modelo de emisión ME, una segunda cartografía 32 de datos que permite calcular la presión modelizada P_{R0} y una ganancia K_0 aplicada a la diferencia entre la medida de la presión diferencial P aplicada en las bornes del FAP y de la presión modelizada P_{R0} .

El modelo de emisión ME permite modelizar los caudales de emisión cuando los caudales medidos son bajos, entonces son comparados a un umbral que permite definir el modo de cálculo del caudal volumétrico de los gases de escape.

Además, la figura 2 representa un segundo bloque 41 que representa un segundo estimador de la masa de hollín en el FAP durante una fase de regeneración del FAP.

Independientemente del modo de funcionamiento aplicado del motor, el procedimiento de estimación adaptativa de la invención permite, a partir de una primera cartografía, prerregistrar un primer conjunto de valores de masa m estimados de hollín propios de las escalas predeterminadas de los caudales volumétricos determinados Q de los gases de escape G y de las presiones diferenciales medidas P .

Se trata de una familia de función F_1 en la que la masa estimada pueda escribirse: $m = F_1(Q,P)$;

en donde F_1 es una función que depende del caudal volumétrico determinado y de la presión diferencial medida en las bornes del filtro.

El prerregistro puede ser realizado a partir de un calculador 3 y de al menos una interfaz hombre-máquina dispuesta, preferiblemente al menos en un cuadro de mandos y accesible a un conductor del vehículo 6 y/o a un empleado de un taller.

Con el fin de iniciar el procedimiento de la invención con un valor de masa de hollín inicial, por ejemplo es posible asignar la masa de hollín registrada en el último apagado del motor según el anterior modo de funcionamiento motor.

Independientemente del modo de funcionamiento motor aplicado, el procedimiento permite:

- determinar el caudal volumétrico Q de los gases de escape G en el tubo de escape 22 con la ayuda del medio 5,
- medir la presión diferencial P de los gases de escape G en el tubo de escape 22 con la ayuda del captador diferencial 4.

El procedimiento de la invención permite calcular una presión diferencial modelizada (p_{R0} , p_{R1} , p_{R2}) a partir de una segunda cartografía 32 prerregistrada que permite establecer para una masa de hollín dada y un caudal de escape dado un valor de la presión diferencial modelizada (p_{R0} , p_{R1} , p_{R2}).

Se trata de una familia de función F_2 en la que la presión estimada puede escribirse: $P_R = F_2(Q, M)$, en donde F_2 es una función que depende del caudal volumétrico Q determinado y de la masa M de hollín presente en el FAP.

Además, el procedimiento de la invención permite comparar el caudal volumétrico de escape determinado Q con un umbral de caudal volumétrico de escape (Q_0 , Q_1 , Q_2) prerregistrado que corresponde a un umbral y cuyo valor está asociado a un modo de funcionamiento motor.

Cuando el caudal determinado Q es más bajo que el umbral, el modelo de emisión es utilizado en el primer estimador 40 y los valores medidos por los estimadores segundo 41 y tercero 42 no son tenidos en cuenta en el procedimiento de estimación de la masa de hollín en el FAP.

En cada uno de los estimadores, cuando el caudal volumétrico determinado Q supera el valor umbral Q_{seuil} , el procedimiento permite:

- calcular mediante el calculador 3, para dicho caudal volumétrico determinado Q , una primera diferencia Δ_i , $i \in [0, 1, 2]$ entre la presión diferencial medida P y la presión diferencial estimada P_{Ri} : $\Delta_i = P - P_{Ri}$,

- corregir mediante el calculador 3, la primera diferencia Δ_i con la ayuda de la primera ganancia $K_{lic[0,2]}$ para obtener una primera diferencia corregida Δ_{R1} : $\Delta_{R1} = F_1(K_j, \Delta_j)$.

5 Con relación al primer estimador, una etapa del procedimiento de la invención consiste en obtener mediante el calculador 3 la carga corriente M_C de hollín 20 del filtro 21 añadiendo la carga estimada m_{R0} con la ayuda de la primera cartografía 31 de datos a la primera diferencia corregida Δ_{R0} : $M_C = m_{R0} + \Delta_{R0}$.

10 La invención permite tener en cuenta un segundo modo de funcionamiento motor que impone nuevas condiciones al filtro de partículas. Este segundo modo de funcionamiento del FAP se denomina de "regeneración".

Teniendo en cuenta de estas condiciones, y por lo tanto este modo de funcionamiento del motor por el procedimiento de la invención, permite calcular más precisamente la masa de hollín en el FAP.

15 Durante las fases de regeneración del FAP que dura una decena de minutos, la masa de hollín disminuye rápidamente y es indispensable seguir de forma precisa la disminución de la masa con el fin de detener la regeneración cuando se ha alcanzado la masa mínima.

El procedimiento de la invención permite tener en cuenta un segundo estimador representado en el bloque 41.

20 Los dos estimadores se ejecutan preferiblemente en paralelo.

El segundo estimador 41 está basado en las mismas entradas, así como la cartografía 32 de datos. En cambio, la ganancia de presiones diferenciales medidas en las bornes del FAP es diferente de la del primer estimador, está indicada como K_1 .

25 Además, este segundo procedimiento no utiliza el modelo de emisión ME presente en el primer estimador. Además, el segundo estimador comprende un umbral de caudal Q_1 que tiene un valor menor que el umbral de caudal Q_0 del primer estimador 41.

30 El segundo estimador converge más rápido, pero es también potencialmente más dispersivo.

Durante las fases de regeneración del FAP, el procedimiento de la invención permite aplicar el segundo estimador 41 apropiado a estas fases dichas en las que la masa de hollín disminuye más rápidamente y permite ajustar la estimación de la masa presente en el FAP más próximo.

35 Durante una fase de regeneración del FAP, la masa de hollín estimada por el primer estimador es disminuida en la diferencia Δ_{R1} obtenida a partir del segundo estimador 41.

40 Esta solución permite acelerar la convergencia en fase de regeneración manteniendo las bajas dispersiones del estimador 1.

El segundo estimador 41 se aplica sobre todo a partir de una segunda cartografía 32 de datos que permiten calcular la presión modelizada P_{R1} y una ganancia K_1 aplicada a la diferencia entre la medida de la presión diferencial aplicada en las bornes del FAP y de la presión modelizada P_{R1} .

45 El procedimiento de la invención permite identificar el modo de funcionamiento motor y aplicar un corrector Δ_{R1} calculado en el segundo estimador 41 a la medida de la masa estimada de hollín a partir del primer estimador 40.

50 El primer estimador 40 comprende un integrador denominado integrador principal e indicado como IP que permite obtener la masa de hollín a partir de la variación de la masa estimada y un valor inicial de la masa de hollín que puede ser el valor anteriormente calculado por el procedimiento de la invención.

Igualmente el segundo estimador comprende un integrador indicado como IR.

55 En efecto, el segundo estimador 41 comprende un dispositivo de asistencia que permite volver a inyectar la masa estimada en las entradas del segundo estimador 41.

60 En la iniciación del proceso de la invención las masas de iniciación han sido registradas en el último apagado del motor. Las tres etapas de asignación de las masas de hollín iniciales se desarrollan preferiblemente de forma simultánea.

65 Al ser el segundo estimador 41 muy reactivo, el procedimiento permite aplicar la disminución de masa estimada por dicho segundo estimador en la entrada del integrador principal IP del primer estimador 40. Este corrector permite conservar un bajo nivel de dispersiones del primer estimador 40.

La figura 3 representa otro modo de funcionamiento en el que el procedimiento de la invención es aplicado por un primer estimador 40 y un segundo estimador 41. El tercer estimador 42 permite considerar las fases de arranque en frío del FAP.

5 El arranque en frío provoca un fenómeno denominado de "compensación en frío". El fenómeno de compensación en frío es un fenómeno supuestamente ligado al pegado de los hollines en el FAP que, en ciertas condiciones de arranque en frío, para una misma masa de hollín, rebaja la presión diferencial, y por lo tanto sesga la estimación de la masa de hollín sobre todo realizada por el primer estimador 40.

10 Así, cuando las condiciones de compensación en frío son reunidas y detectadas, por ejemplo la temperatura del agua de refrigeración del motor es inferior a un cierto umbral de arranque, se estima la masa denominada "de compensación" que no es visible por el captador de la presión diferencial.

15 Esta estimación se realiza rápidamente de forma que no se confunda la estimación de la masa de compensación con la carga del FAP.

El procedimiento de la invención en esta variante de realización permite combinar las estimaciones del primer estimador 40 y del tercer estimador 42, estos últimos comprenden cada uno unas constantes diferentes, sobre todo unos umbrales característicos diferentes.

20 Un umbral de caudal Q_2 del tercer estimador 42 se elige preferiblemente más bajo que el umbral de caudal Q_0 del primer estimador 40.

25 Cuando las condiciones de compensación en frío son detectadas, la masa del primer estimador 40 es fijada durante un período determinado y el procedimiento de la invención permite a partir del calculador 3 memorizar el valor de la masa evaluada por el integrador de compensación, indicado como IO, del tercer estimador 42.

Una bandera puede ser utilizada por el calculador 3 para detectar en un activador de la memoria un frente ascendente.

30 Se aplica la disminución de la masa medida por el tercer estimador 42 en la medida de la masa del primer estimador 40.

35 Al cabo del tiempo transcurrido para el aprendizaje, que puede ser detectado por un frente descendente de una bandera de compensación, el procedimiento de la invención permite sustraer el valor corriente de la masa evaluado por el integrador de compensación IO del tercer estimador 42 del valor memorizado por el integrador IP del primer estimador, que de este modo determina una diferencia de masa Δ_{R2} .

40 La figura 4 representa una sucesión de etapas en el caso en el que el procedimiento de la invención comprenda tres estimadores combinados.

Según las variantes de las realizaciones estos estimadores pueden ser combinados para cubrir diferentes modos de funcionamiento del modo de funcionamiento motor.

45 Una variante de realización combina los tres estimadores que corresponden a un modo de funcionamiento nominal, en una fase de regeneración del FAP y en una fase de compensación en frío del FAP.

El procedimiento que aplica los tres estimadores incrementa tres valores de las masas de hollín marcadas respectivamente como m_{R0} , m_{R1} , m_{R2} .

50 La masa de hollín corriente en el FAP está indicada como M_C .

55 Tres primeras etapas, indicadas respectivamente 0a, 0b y 0c, permiten iniciar los valores de entradas de las masas de hollín en cada uno de los estimadores 1, 2 y 3.

Estos valores son, por ejemplo, los valores registrados en el último apagado del motor.

60 El primer estimador es asistido por el valor de la masa de hollín estimada M_C en una etapa 1, la masa m_{R0} es por lo tanto tomada igual a este valor.

Tres etapas 2a, 2b, 2c permiten obtener la medida de la presión diferencial P en las bornes del FAP y determinar el caudal volumétrico de escape Q de los gases de escape.

65 Tres etapas 3a, 3b, 3c permiten el cálculo de las presiones diferenciales modelizadas p_{R0} , p_{R1} , p_{R2} por medio de una cartografía 32 que predice una presión diferencial en función de la masa de hollín y del caudal de escape de los gases.

- Tres etapas 4a, 4b, 4c permiten comparar el caudal de escape determinado con los umbrales Q_0 , Q_1 , Q_2 respectivamente de cada uno de los estimadores.
- 5 Tres etapas 5a, 5b, 5c permiten calcular en función del caudal las diferentes diferencias, indicadas respectivamente como Δ_0 , Δ_1 , Δ_2 entre la presión diferencial medida P y las presiones modelizadas P_{R0} , P_{R1} , P_{R2} .
- Tres etapas 6a, 6b, 6c permiten calcular variaciones de las masas Δ_0 , Δ_1 , Δ_2 de datos por los productos de las presiones modelizadas P_{R0} , P_{R1} , P_{R2} por las ganancias K_0 , K_1 , K_2 respectivamente de cada uno de los estimadores.
- 10 Una etapa 7a permite incrementar la masa m_{R0} obtenida a partir de la cartografía 31 en el primer estimador 40 con la diferencia calculada Δ_{R0} .
- 15 Las etapas 7b, 7c permiten incrementar respectivamente en el segundo y el tercero las masas respectivas m_{R1} , m_{R2} con las variaciones de masa Δ_1 , Δ_2 . Las nuevas masas respectivas obtenidas m_{R1} , m_{R2} son además reinyectadas en la entrada de las etapas 2b, 2c respectivamente del segundo y del tercer estimador.
- 20 Las etapas 8a, 8b, 8c permiten la identificación del modo de funcionamiento motor R , el modo de funcionamiento nominal o normal es R_0 , el modo de funcionamiento que corresponde a la regeneración del FAP está indicado como R_1 , y el modo de funcionamiento que corresponde a una condición de compensación está indicado como R_2 .
- La última etapa 9 del procedimiento permite evaluar la masa corriente de hollín M_c en el FAP en función de los datos de los tres estimadores y de la identificación del modo de funcionamiento del motor.
- 25 Si $R = R_0$, el nuevo valor m_{R0} calculado a partir del primer estimador 40 es asignado a la estimación de la masa M_c que es reinyectada en la etapa 1 del procedimiento.
- 30 Si $R = R_1$, el valor de la masa de hollín estimada M_c es incrementado en la variación de la masa de hollín Δ_{R1} calculada a partir del segundo estimador 41.
- Si $R = R_2$, el valor de la masa de hollín estimada M_c es incrementado en la variación de la masa de hollín Δ_{R0} calculada a partir del primer estimador 40 y disminuido en la variación de la masa de hollín Δ_{R2} calculada a partir del segundo estimador 41.
- 35 Como está ilustrado en la figura 1, el calculador 3 puede ser asociado a los primeros medios 33 adaptados para identificar un primer modo de funcionamiento R_1 excepcional (que es diferente de dicho modo de funcionamiento establecido R_0) de funcionamiento del motor 2 propio de una regeneración del filtro 21.
- 40 Además, el calculador 3 puede ser asociado igualmente a los primeros medios 34 adaptados a identificar un primer modo de funcionamiento R_2 excepcional (que es diferente de dicho modo de funcionamiento establecido R_0 y del modo de funcionamiento excepcional R_1) de funcionamiento del motor 2 propio de una regeneración del filtro 21.
- 45 El primer modo de funcionamiento R_1 excepcional del motor 2 dura aproximadamente algunos minutos durante los cuales la carga corriente M_c de hollín 20 del filtro 21 de partículas disminuye brutalmente, lo que tiende a aumentar la dispersión de la medida realizada con la ayuda del captador diferencial 4 y de la determinación realizada con la ayuda con la ayuda del medio 5.
- 50 En el segundo estimador, el procedimiento de la invención contribuye a lo que, durante el primer modo de funcionamiento R_1 excepcional, el vínculo de retorno sea más reactivo, de modo que los cálculos de la carga corriente M_c muestren menos dispersión y que, al fin, converjan más rápidamente hacia un valor único. Esto hace que la estimación de la masa de hollín sea más fiable.
- 55 Con el fin de optimizar la estimación de la masa por el procedimiento de la invención cuando el primer y el tercer estimador son combinados se pueden escoger ciertas condiciones preferiblemente de los valores de K_0 , K_1 , Q_0 y Q_1 .
- 60 El segundo estimador comprende un segundo umbral Q_1 que es preferiblemente inferior al primer umbral Q_1 y la segunda ganancia comprende al menos un valor superior a los de la primera ganancia K_0 .
- Esto contribuye a hacer más convergentes los cálculos de la carga corriente M_c . Se hace entonces posible optimizar la configuración (y, sobre todo su potencia en cuanto a los cálculos) del calculador 3 con respecto a una precisión deseada de estos cálculos. Esto permite una mejor gestión de la energía consumida por el calculador 3.
- Preferiblemente, el primer y el segundo umbral Q_0 , Q_1 muestran una primera relación tal como: $Q_0/Q_1 \leq 3,5$.

- 5 Esto impone al procedimiento de estimación adaptativa 1 no tratar más que las presiones diferenciales P medidas cuando los caudales volumétricos Q se encuentran en una escala predeterminada de los valores. Esto contribuye a limitar la dispersión de medidas debida a los captadores 4, 5 y, al fin, a hacer la estimación de la masa de hollín más fiable.
- 10 Ventajosamente, la segunda y la tercera ganancias K_1 , K_0 pueden mostrar una segunda relación tal como: $K_1/K_0 \leq 10$.
- 15 El tener en cuenta los diferentes modos de funcionamiento motores por tres estimadores que funcionan en paralelo permite adaptar la estimación de la masa de hollín a la pérdida brutal del hollín 20 en el filtro 21 de partículas durante su regeneración a lo largo del primer modo de funcionamiento R_1 excepcional de funcionamiento del motor 2. Esto contribuye a hacer más convergente el cálculo de la carga corriente M_C .
- 20 El tercer modo de funcionamiento motor propio en un arranque en frío es observado cuando el motor 2 en funcionamiento (y, en particular, su líquido de refrigeración) muestra, por ejemplo en el arranque del motor 2 (durante una decena de minutos después de su arranque), una temperatura inferior a la de aproximadamente 90° C antes mencionada, propia del modo de funcionamiento establecido R_0 .
- 25 En estas condiciones las partículas en el filtro 21 se pegan las unas contra las otras. Resulta de esto que, durante el tercer modo de funcionamiento R_2 excepcional, el hollín 20 en su conjunto muestra al gas de escape G una mayor resistencia comparada con la del modo de funcionamiento establecido R_0 . Esto tiende a falsear las medidas producidas por los captadores 4, 5, y, al fin, los cálculos de la carga corriente M_C al final del tercer modo de funcionamiento R_2 excepcional.
- 30 El tercer estimador contribuye a paliar este inconveniente al corregir el efecto de dicho artefacto (debido al fenómeno de pegado de las partículas en el filtro 21) en los cálculos de la carga corriente M_C al final del tercer modo de funcionamiento R_2 excepcional de funcionamiento del motor 2.
- 35 En este tercer modo de funcionamiento del motor dos variantes permiten combinar las estimaciones del primer y del tercer estimador. En un primer modo el valor de la masa de hollín calculada por el primer estimador es fijado durante la estimación del tercer estimador. En un segundo modo el valor de la masa de hollín calculado por el primer estimador evoluciona durante la estimación del tercer estimador.
- 40 En el primer modo la carga excepcional M_C es fijada a lo largo del tercer modo de funcionamiento R_2 y es igual al valor de la carga corriente de hollín 20 de la primera etapa del procedimiento.
- 45 Entonces se hace posible optimizar la configuración (y, sobre todo su potencia en cuanto a los cálculos) del calculador 3 con respecto a la precisión deseada de los cálculos de la carga corriente M_C . Esto permite gestionar mejor la energía consumida por el calculador 3.
- 50 En el segundo modo la carga corriente calculada por el primer estimador evoluciona a lo largo del tercer modo de funcionamiento R_2 y es igual a la carga estimada calculada por el calculador 3.
- 55 Esta disposición contribuye a aumentar la precisión de los cálculos de la carga corriente M_C al final del tercer modo de funcionamiento R_2 .
- 60 Con el fin de optimizar la estimación de la masa por el procedimiento de la invención cuando el primer y el tercer estimador son combinados, se pueden elegir ciertas condiciones preferiblemente en los valores de K_0 , K_2 , Q_0 y Q_2 .
- 65 Preferiblemente, en este tercer modo de funcionamiento del motor la tercera ganancia K_3 comprende al menos un valor superior a los de la primera ganancia K_1 .
- Esto contribuye a hacer más convergentes los cálculos de la carga corriente M_C . Se hace entonces posible optimizar la configuración (y, sobre todo su potencia en cuanto a los cálculos) del calculador 3 con respecto a la precisión deseada de estos cálculos. Esto permite una mejor gestión de la energía consumida por el calculador 3.
- Ventajosamente, el primer y el tercer umbral Q_0 , Q_2 pueden mostrar una tercera relación tal como: $Q_0/Q_2 \leq 3,5$.
- Esto impone al procedimiento de estimación 1 adaptativa a no tratar más que las presiones diferenciales P medidas cuando los caudales volumétricos Q se encuentran en una escala predeterminada. Esto contribuye a limitar la dispersión de medidas debida a los captadores 4, 5 y, al fin, a hacer que la evaluación de la masa de hollín en el FAP sea más fiable.
- Además, la tercera y la primera ganancia K_2 , K_1 muestran preferiblemente una cuarta relación $K_2/K_1 < 10$.

Esto contribuye a hacer más convergentes los cálculos de la carga corriente M_C a pesar de las dispersiones de las medidas obtenidas de los captadores 4, 5 que son debidas a las partículas que quedan pegadas las unas a las otras a lo largo del tercer modo de funcionamiento R_2 excepcional de funcionamiento del motor 2.

- 5 Preferiblemente, el segundo y el tercer umbral Q_1 , Q_2 son confundidos: $Q_1 = Q_2$, y la tercera ganancia K_2 está situada entre la primera y la segunda ganancia K_0 , K_1 tal como $K_0 < K_2 < K_1$.

- 10 Esta disposición tiende a optimizar la velocidad de convergencia de los cálculos de la carga corriente M_C , lo que contribuye, al fin, a hacer fiables los cálculos propios del segundo modo de funcionamiento R_2 excepcional de funcionamiento del motor 2.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de estimación (1) adaptativa de una carga corriente (M_C) de hollín (20) de un filtro (21) de partículas que muestra en sus bornes (211, 212) una presión diferencial (P), y dispuesto en un tubo de escape (22) de un motor (2) de combustión interna, el procedimiento de estimación (1) es aplicado por un calculador (3) asociado:
- 10 ▪ a un captador diferencial (4) adaptado a medir la presión diferencial (P), y;
- 10 ▪ a un medio (5) adaptado a determinar un caudal volumétrico (Q) de los gases de escape (G) en el tubo de escape (22),
- el procedimiento de estimación (1) comprende:
- 15 ▪ una etapa de selección de una masa a partir de una primera cartografía (31) de hollín inicial residual (m_{R0} , m_{R1} , m_{R2}) que corresponde a un modo de funcionamiento motor,
- 15 ▪ una primera etapa de determinación del caudal volumétrico (Q),
- 15 ▪ una segunda etapa de medida de la presión diferencial (P),
- caracterizado por que** el procedimiento de estimación (1) tiene las siguientes etapas que consisten en:
- 20 ▪ seleccionar una presión diferencial modelizada (p_{R0} , p_{R1} , p_{R2}) a partir de una segunda cartografía (32) prerregistrada que permite establecer un valor de presión diferencial modelizada (p_{R0} , p_{R1} , p_{R2}) para una masa de hollín dada y un caudal de escape dado;
- 25 ▪ comparar el caudal volumétrico de escape determinado (Q) con un umbral de caudal volumétrico de escape (Q_0 , Q_1 , Q_2) prerregistrado y que corresponde a un modo de funcionamiento motor, cuando el caudal volumétrico de escape determinado (Q) es superior al umbral, el procedimiento comprende además:
- 30 ○ una etapa de cálculo de una primera diferencia (Δ_0 , Δ_1 , Δ_2), para dicho caudal volumétrico determinado (Q), entre la presión diferencial medida (P) y la presión diferencial modelizada (p_{R0} , p_{R1} , p_{R2});
- 30 ○ una etapa de cálculo de una segunda diferencia (Δ_{R0} , Δ_{R1} , Δ_{R2}) obtenida por el producto de la primera diferencia (Δ_0 , Δ_1 , Δ_2) por una ganancia (K_0 , K_1 , K_2) prerregistrada y que corresponde a un modo de funcionamiento motor.
- 35 2. Procedimiento de estimación (1) adaptativa de una carga corriente (M_C) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** un primer modo de funcionamiento motor (R_1) corresponde a un modo normal de funcionamiento del motor en el que la ganancia prerregistrada es una primera ganancia K_0 y en el que un modelo de emisión (ME) del caudal de escape permite definir un primer umbral de caudal volumétrico de escape (Q_0), dicho procedimiento permite calcular la carga corriente (M_C) de hollín (20) del filtro (21) a partir de la suma de la masa característica (m_{R0}) y de la segunda diferencia (Δ_{R0}).
- 40 3. Procedimiento de estimación (1) adaptativa de una carga corriente (M_C) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** un segundo modo de funcionamiento motor corresponde a una fase de regeneración del filtro de partículas, el procedimiento comprende la definición de una segunda ganancia (K_1) y de un segundo umbral de caudal volumétrico de escape (Q_1), la masa de hollín seleccionada es incrementada con la segunda diferencia (Δ_{R1}) y reinyectada en la etapa de selección de la masa de hollín del procedimiento.
- 45 4. Procedimiento de estimación (1) adaptativa de una carga corriente (M_C) que comprende un primer procedimiento según la reivindicación 2, denominado primer estimador (40), y un segundo procedimiento según la reivindicación 3, denominado segundo estimador (41), **caracterizado por que** una etapa de identificación del modo de funcionamiento motor (R_1 , R_2) permite proporcionar, según el modo de funcionamiento del motor, la etapa de selección del primer estimador (40):
- 50 ○ bien con el valor de la masa corriente de hollín calculada a partir del primer estimador;
- 55 ○ bien con la suma de:
- 55 • la carga corriente de hollín (M_C) calculada a partir del primer estimador, y
- 55 • de la segunda diferencia (Δ_{R1}) calculada a partir del segundo estimador.
- 60 5. Procedimiento de estimación (1) adaptativa de una carga corriente (M_C) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** un tercer modo de funcionamiento motor corresponde a una fase de compensación en frío, en la que la ganancia prerregistrada es una tercera ganancia K_2 y en la que un modelo de emisión del caudal de escape permite definir un tercer umbral de caudal volumétrico de escape (Q_2), la masa de hollín seleccionada es incrementada con la segunda diferencia (Δ_{R2}) y reinyectada en la etapa de selección de la masa de hollín del procedimiento.
- 65

- 5 6. Procedimiento de estimación (1) adaptativa de una carga corriente (M_C) que comprende el primer estimador según la reivindicación 2 y un tercer procedimiento según la reivindicación 5, denominado tercer estimador, **caracterizado por que** una etapa de identificación del modo de funcionamiento motor (R_1, R_3) permite proporcionar, según el modo de funcionamiento motor, la etapa de selección del primer procedimiento:
- o bien con el valor de la masa corriente de hollín calculada a partir del primer estimador; bien con el valor obtenido:
 - de la suma de la carga corriente de hollín (M_C) y de la segunda diferencia (Δ_{R0}) calculadas a partir del primer estimador, y;
 - de la sustracción de dicha suma anteriormente obtenida de la segunda diferencia (Δ_{R2}) calculada a partir del tercer estimador.
- 10
- 15 7. Procedimiento de estimación (1) adaptativa de una carga corriente (M_C) que comprende el primer estimador, el segundo estimador y el tercer estimador según las reivindicaciones 2, 3 y 5, **caracterizado por que** una etapa de identificación del modo de funcionamiento motor (R_1, R_2, R_3) permite asistir, según el modo de funcionamiento del motor, en la etapa de selección del primer procedimiento:
- o bien con el valor de la masa corriente de hollín calculada a partir del primer estimador;
 - o bien con el valor obtenido de una primera función que consiste en hacer la suma de:
 - la carga corriente de hollín (M_C) calculada a partir del primer estimador con;
 - la segunda diferencia (Δ_{R1}) calculada a partir del segundo estimador;
- 20
- o bien con el valor obtenido de una primera función que consiste:
 - en hacer la suma de la carga corriente de hollín (M_C) y de la segunda diferencia (Δ_{R0}) calculadas a partir del primer estimador y;
 - en sustraer de la suma anteriormente obtenida la segunda diferencia (Δ_{R2}) calculada a partir del
- 25
- 30
8. Procedimiento de estimación (1) adaptativa de una carga corriente (M_C) según una de las reivindicaciones 4, 6 o 7, **caracterizado por que** los estimadores son ejecutados simultáneamente.
- 35 9. Procedimiento de estimación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, **caracterizado por que** el segundo umbral (Q_1) es inferior al primer umbral (Q_0) y por que la segunda ganancia (K_1) comprende al menos un valor superior a los de la primera ganancia (K_0).
- 40 10. Procedimiento de estimación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 9, **caracterizado por que** el primer y el segundo umbral (Q_0), (Q_1) muestran una primera relación del uno con respecto al otro inferior o igual a tres y medio: $Q_0/Q_1 \leq 3,5$, y **por que** la segunda y la primera ganancia (K_1), (K_0) muestran una segunda relación de la una sobre la otra inferior o igual a diez: $K_1/K_0 \leq 10$.

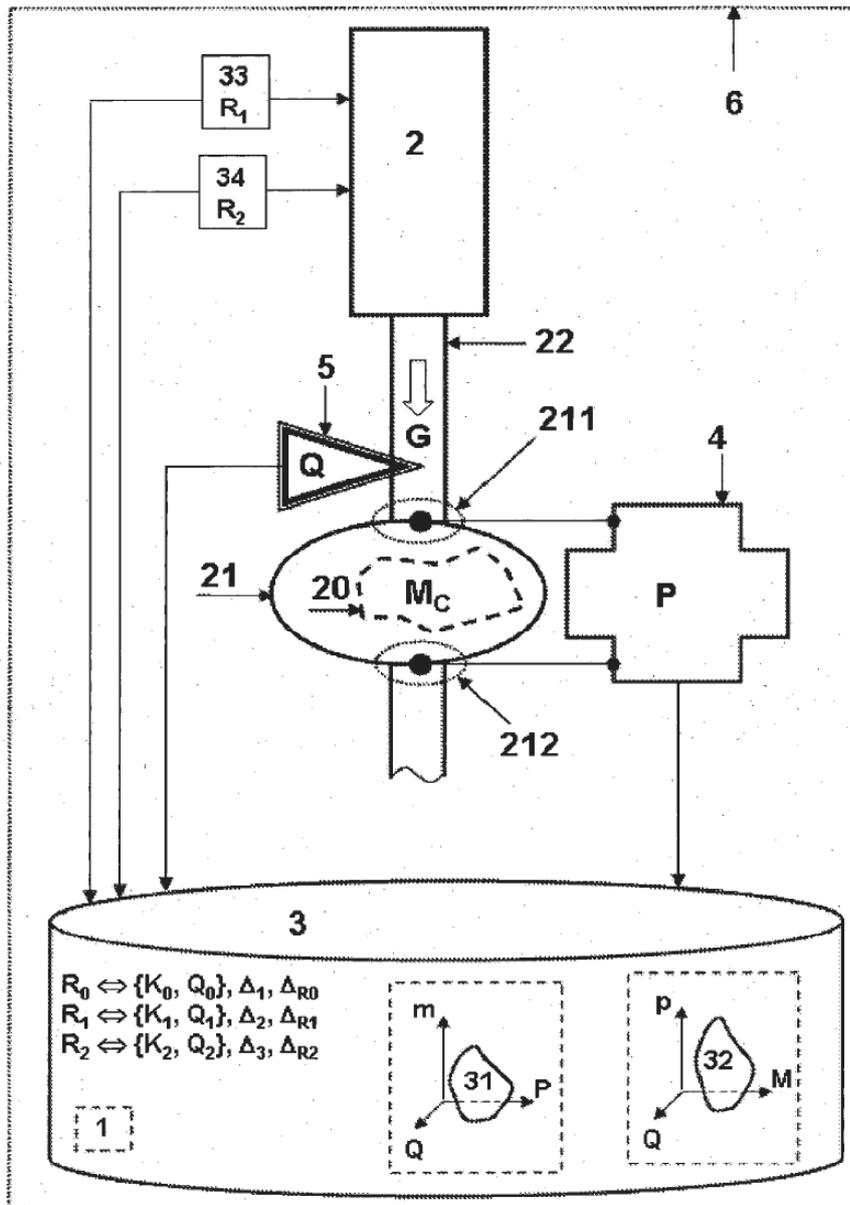


FIG. 1

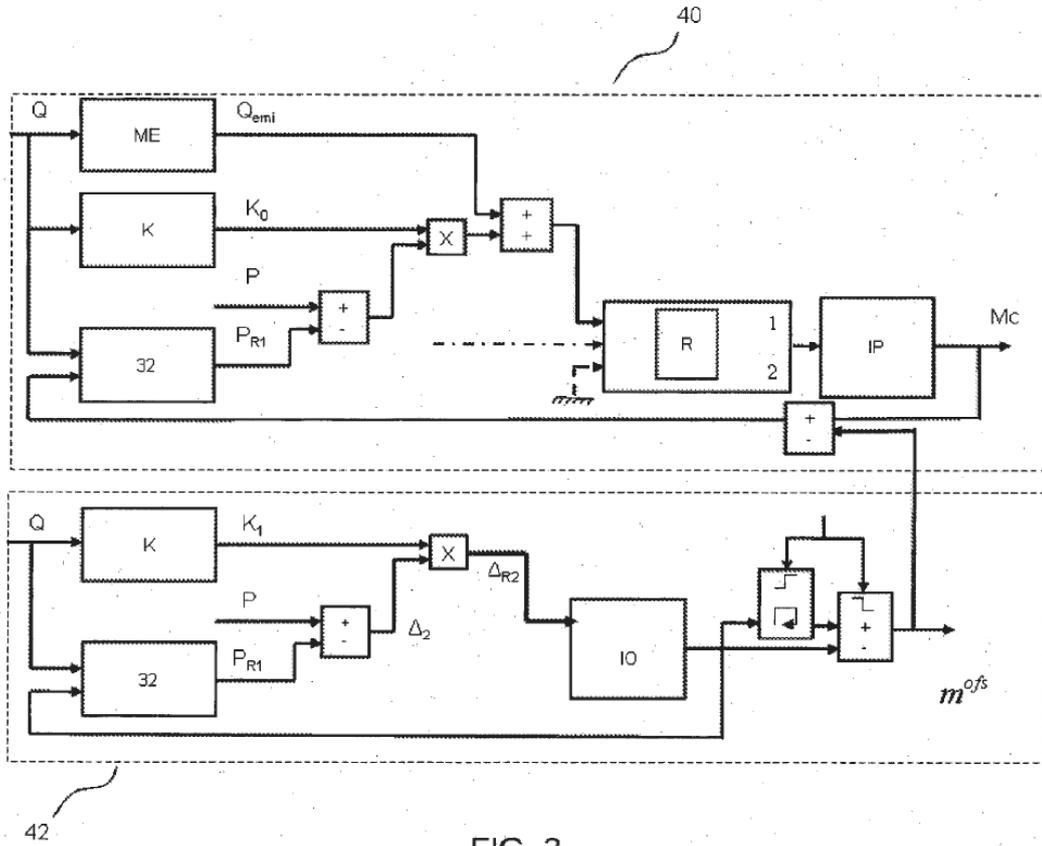


FIG. 3

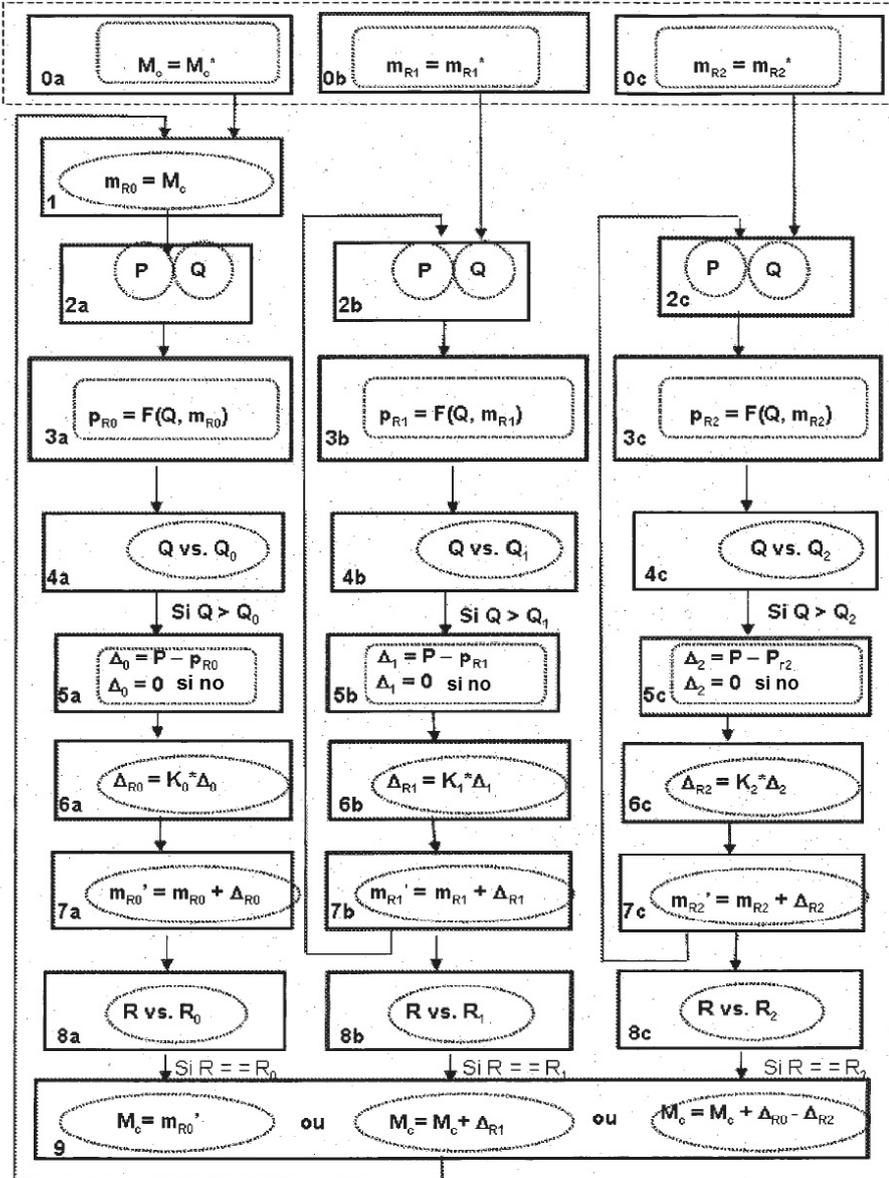


FIG. 4