

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 093**

51 Int. Cl.:

F01N 11/00 (2006.01)

F01N 3/20 (2006.01)

F02D 41/14 (2006.01)

F02D 41/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2013 E 13160715 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2015 EP 2650499**

54 Título: **Procedimiento de control de una eficacia de un sistema de post-tratamiento de gases de escape**

30 Prioridad:

13.04.2012 FR 1253421

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

17.04.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**GEORGIADIS, EVANGELOS y
BIZET, CHARLES**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 534 093 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 control de una eficacia de un sistema de post-tratamiento de gases de escape

La presente invención pertenece al ámbito de los algoritmos de gobierno y de control de los sistemas de post-tratamiento de gases de escape producidos por un motor de combustión interna que equipa a un vehículo automóvil. Ésta tiene por objeto un procedimiento de puesta en práctica de un sistema de este tipo.

El documento FR 2.956.697 (Peugeot Citroën Automobiles SA) describe un vehículo automóvil provisto de un motor de combustión interna que está equipado con una línea de escape de gases de escape producidos por el motor de combustión interna. La línea de escape está equipada con un sistema de post-tratamiento de los gases de escape para evitar un lanzamiento a un medio ambiente exterior al vehículo automóvil de óxidos de nitrógeno contenidos en el interior de los gases de escape. El sistema de post-tratamiento comprende un catalizador de reducción de los óxidos de nitrógeno que equipa a la línea de escape. El sistema de post-tratamiento comprende igualmente un inyector que facilita un agente reductor al interior de la línea de escape, aguas arriba del catalizador de reducción según un sentido de circulación de los gases de escape en el interior de la línea de escape. En el interior del catalizador de reducción, los óxidos de nitrógeno son reducidos previamente a su evacuación hacia un medio ambiente exterior al vehículo automóvil.

El documento FR 2.956.697 describe igualmente un procedimiento de control de una eficacia del sistema de post-tratamiento. El procedimiento comprende un control en bucle abierto de la inyección del agente reductor, una estimación de la eficacia del post-tratamiento así como una comparación de esta última con respecto a un potencial de conversión máximo obtenido si la relación entre una cantidad de agente reductor inyectado y una cantidad de óxidos de nitrógeno en los gases de escape respeta una consigna dada y si una masa de agente reductor almacenada en el interior del catalizador de reducción respeta una consigna de almacenamiento dada. El procedimiento comprende entonces una petición de corrección de la consigna de almacenamiento del agente reductor si se observa un defecto de post-tratamiento. Se conoce también por el documento EP2141331 un procedimiento de control de un sistema de post-tratamiento de gases de escape con un catalizador de reducción que comprende una etapa de inyección de un agente reductor en el interior de una línea de escape.

Un problema general planteado en el ámbito de los procedimientos de control del tipo considerado reside en el caso de dispersiones y de derivas de componentes del motor de combustión interna y/o del sistema de post-tratamiento. Tales dispersiones o derivas son por ejemplo las de un sistema de inyección del motor de combustión interna, del inyector que introduce el agente reductor en la línea de escape, del catalizador de oxidación o del catalizador de reducción, del sensor de NOx y de los sensores de temperatura. Estas dispersiones y derivas crean una diferencia entre un valor nominal y un valor real de un caudal de óxidos de nitrógeno a la entrada del catalizador de reducción. Tal diferencia es susceptible de inducir un cálculo erróneo de la eficacia real, especialmente de varias decenas de porcientos. Resulta así una estrategia de vigilancia de la citada eficacia que es errónea a partir de la consideración de los resultados contrarios a la realidad. Tales resultados erróneos están más o menos dispersados según una persistencia importante de la citada deriva o según la duración temporal de esta última. De modo más particular, en el caso de una deriva persistente, un inconveniente mayor reside en la existencia de una zona incierta de funcionamiento para la cual una eficacia estimada del citado sistema es finalmente aleatoria, lo que es preferible evitar. De modo más particular todavía, en el caso en que el sistema de post-tratamiento comprenda un único sensor de óxidos de nitrógeno dispuesto aguas abajo del catalizador de reducción, aparece que la zona incierta de funcionamiento es importante y merece ser reducida.

El objetivo de la presente invención es proponer un procedimiento de puesta en práctica de un sistema de post-tratamiento de gases de escape producidos por un motor de combustión interna que equipa a un vehículo automóvil, siendo tal procedimiento fiable con respecto a una información relativa a una eficacia de post-tratamiento que permita obtener el procedimiento, para determinar con certeza que una emisión de óxidos de nitrógeno contenidos en el interior de los gases de escape y evacuados a un medio ambiente exterior al vehículo automóvil es inferior de manera cierta a una cantidad-umbral.

Un procedimiento de la presente invención es un procedimiento de control de una eficacia de un sistema de post-tratamiento de gases de escape producidos por un motor de combustión interna que equipa a un vehículo automóvil. El procedimiento comprende una etapa de inyección de un agente reductor en el interior de una línea de escape. El sistema de post-tratamiento comprende un catalizador de reducción.

De acuerdo con la presente invención, el procedimiento comprende una primera etapa de verificación previamente a una segunda etapa de análisis de una eficacia del citado sistema.

La primera etapa de verificación comprende una verificación de una cualquiera de las condiciones de primer tipo que están constituidas por condiciones de verificación de estado de componentes del sistema de post-tratamiento.

Las condiciones de primer tipo comprenden ventajosamente una primera condición de primer tipo que comprende una verificación de que un sensor de óxidos de nitrógeno está operativo, y una segunda condición de primer tipo que comprende una verificación de que un inyector de agente reductor está operativo.

Igualmente el procedimiento comprende ventajosamente una verificación de una cualquiera de las condiciones de segundo tipo, siendo efectuada la verificación de las condiciones de segundo tipo después de la verificación de una de las condiciones de primer tipo.

5 Las condiciones de segundo tipo comprenden ventajosamente condiciones de un primer grupo que son relativas al sistema de post-tratamiento así como condiciones de un segundo grupo que son relativas al motor de combustión interna del vehículo automóvil.

Las condiciones de primer grupo comprenden al menos una condición tomada sola o en combinación entre:

10 - especialmente una primera condición del primer grupo que comprende una verificación de que una segunda temperatura de un aire ambiente está comprendida entre una segunda temperatura mínima y una segunda temperatura máxima.

- especialmente una segunda condición del primer grupo que comprende una verificación de que un primer caudal de aire tomado a la entrada del motor de combustión interna está comprendido entre un primer caudal de aire mínimo y un primer caudal de aire máximo.

15 - especialmente una tercera condición del primer grupo que comprende una verificación de que un segundo caudal de gases en la línea de escape tomado a la salida de la cámara de combustión del motor está comprendido entre un segundo caudal de aire mínimo y un segundo caudal de aire máximo.

- especialmente una cuarta condición del primer grupo que comprende una verificación de que un tercer caudal de óxidos de nitrógeno estimado a la salida de una cámara de combustión del motor de combustión interna está comprendido entre un tercer caudal de aire mínimo y un tercer caudal de aire máximo.

20 - especialmente una quinta condición del primer grupo que comprende una verificación de que una tercera temperatura del catalizador de reducción está comprendida entre una tercera temperatura mínima y una tercera temperatura máxima.

25 - especialmente una sexta condición del primer grupo que comprende una verificación de que una eficacia de post-tratamiento de los óxidos de nitrógeno estimada a la salida del catalizador de reducción está comprendida entre una eficacia mínima y una eficacia máxima.

- especialmente una séptima condición del primer grupo que comprende una verificación de que una masa de un agente reductor almacenada en el interior del catalizador de reducción está comprendida entre una masa mínima y una masa máxima.

Las condiciones de segundo grupo comprenden al menos una condición tomada sola o en combinación entre:

30 - especialmente una primera condición del segundo grupo que comprende una verificación de que una velocidad del vehículo automóvil está comprendida entre una velocidad mínima y una velocidad máxima.

- especialmente una segunda condición del segundo grupo que comprende una verificación de que un par motor facilitado por el motor de combustión interna está comprendido entre un par motor mínimo y un par motor máximo.

35 - especialmente una tercera condición del segundo grupo que comprende una verificación de que un gradiente del par motor facilitado por el motor de combustión interna está comprendido entre un gradiente mínimo y un gradiente máximo.

- especialmente una cuarta condición del segundo grupo que comprende una verificación de que un cuarto caudal de un carburante inyectado por un inyector de carburante en el interior de una cámara de combustión del motor de combustión interna está comprendido entre un cuarto caudal mínimo y un cuarto caudal máximo.

40 - especialmente una quinta condición del segundo grupo que comprende una verificación de que una sincronización de inyección de carburante en el interior de una cámara de combustión del motor de combustión interna está comprendida entre una sincronización mínima y una sincronización máxima.

45 - especialmente una sexta condición del segundo grupo que comprende una verificación de que una cuarta temperatura del motor de combustión interna está comprendida entre una cuarta temperatura mínima y una cuarta temperatura máxima.

La segunda etapa de análisis de la eficacia del citado sistema precede ventajosamente a una tercera etapa de comparaciones sucesivas de la eficacia con una eficacia-umbral.

Si la eficacia es inferior de manera repetida a la eficacia-umbral, el procedimiento comprende preferentemente una operación de reajuste en bucle cerrado del sistema.

De acuerdo con una variante de realización, la segunda etapa de análisis de la eficacia del citado sistema es efectuada cuando un uno cualquiera de los parámetros verificados durante la primera etapa de verificación toma sucesivamente un primer valor particular, y después un segundo valor particular.

5 Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto en la lectura de la descripción que sigue hecha de ejemplos de realización, en relación con las figuras de las láminas anejas, en las cuales

La figura 1 es una vista esquemática de un motor de combustión interna de un vehículo automóvil equipado con un sistema de post-tratamiento que es puesto en práctica de acuerdo con un procedimiento de la presente invención.

La figura 2 es una vista esquemática de un algoritmo que simboliza el procedimiento de la presente invención para la puesta en práctica del sistema de post-tratamiento representado en la figura precedente.

10 Las figuras 3 y 4 son representaciones esquemáticas de etapas constitutivas del procedimiento ilustrado en la figura 2.

La figura 5 es una vista esquemática de intervalos de puesta en práctica de la presente invención según una variante de realización.

15 Las figuras 6a a 6d son ilustraciones esquemáticas respectivas de resultado o condiciones de puesta en práctica de la presente invención.

La figura 7 representa esquemáticamente casos de eficacia relativos a un fallo o a un no fallo del sistema representado en la figura 1.

20 En la figura 1, un vehículo automóvil está equipado con un motor de combustión interna 1 para su desplazamiento. El motor de combustión interna 1 está equipado con una línea de escape 2 para evacuar hacia un medio ambiente exterior 3 gases de escape 4 producidos por el motor de combustión interna 1. El vehículo automóvil está provisto igualmente de un sistema 5 de post-tratamiento de los gases de escape 4 para evitar un lanzamiento hacia el medio ambiente exterior 3 de óxidos NOx (siendo x igual a 1 o 2) contenidos en el interior de los gases de escape 4. El sistema 5 comprende un catalizador de reducción 6 que equipa a la línea de escape 2. El sistema 5 comprende también un inyector de agente reductor 7 que está dispuesto en la línea de escape 2 aguas arriba del catalizador de reducción 6 según el sentido de circulación 8 de los gases de escape 4 en el interior de la línea de escape 2. El inyector de agente reductor 7 es apto para facilitar un agente reductor, tal como amoniaco o análogo, en el interior de la línea de escape 2. A tal efecto, el inyector de agente reductor 7 está en relación con una bomba 9 que es apta para llevar el agente reductor desde una fuente 10 de agente reductor hacia el inyector de agente reductor 7. El agente reductor está destinado a reducir los óxidos de nitrógeno en el interior del catalizador de reducción 6 previamente a su evacuación hacia el medio ambiente exterior 3. La línea de escape 2 está igualmente equipada con al menos un sensor de óxidos de nitrógeno 11. El sensor de óxidos de nitrógeno 11 está destinado a medir un contenido de óxidos de nitrógeno de los gases de escape 4. En el caso en que la línea de escape 2 esté provista de un único sensor de óxidos de nitrógeno 11, este último es susceptible de ser colocado aguas abajo del catalizador de reducción 6 según el sentido de circulación 8 de los gases de escape 4 en el interior de la línea de escape 2. En el caso (no representado) en que la línea de escape esté provista de dos sensores de óxidos de nitrógeno, un primer sensor es susceptible de ser colocado aguas abajo del catalizador de reducción según el sentido de circulación de los gases de escape en el interior de la línea de escape y un segundo sensor es susceptible de ser colocado aguas arriba del catalizador de reducción según el sentido de circulación de los gases de escape en el interior de la línea de escape.

40 En la figura 2, está representado un algoritmo 12 que ilustra un procedimiento de control de una eficacia E del sistema 5 de post-tratamiento.

De acuerdo con la presente invención, el procedimiento de control comprende ventajosamente una primera etapa de verificación AA de que se cumplen un cierto número de condiciones C.

45 Entre estas condiciones C, se encuentran condiciones de primer tipo C1 que son condiciones de verificación de estado de uno de los componentes del sistema 5 de post-tratamiento. De modo más particular, una primera condición de primer tipo C11 reside en una verificación de que el sensor de óxidos de nitrógeno 11 está operativo. El procedimiento de control es puesto en práctica si y solamente si el sensor de óxidos de nitrógeno 11 está operativo. De modo más particular todavía, una segunda condición de primer tipo C12 reside en una verificación de que el inyector de agente reductor 7 está operativo. El procedimiento de control es puesto en práctica si y solamente si el inyector de agente reductor 7 está operativo. A título de ejemplo, el inyector de agente reductor está operativo si la bomba 9 está operativa. A título de ejemplo todavía, el inyector de agente reductor 7 está operativo si una primera temperatura T_1 , de los gases de escape 4 es superior a una primera temperatura-umbral $T_{1\text{umbral}}$. Ésta es por ejemplo igual a 190 °C.

55 Entre estas condiciones C, se encuentran condiciones de segundo tipo C2 que son condiciones de enmarcado de ciertos parámetros P. Entre las condiciones de segundo tipo C2, se encuentran condiciones de un primer grupo C21 que son relativas al sistema 5 de post-tratamiento. Entre las condiciones de segundo tipo C2, se encuentran

condiciones de un segundo grupo C22 que son relativas al motor de combustión interna del vehículo automóvil. Las condiciones del segundo tipo C2 (indiferentemente del primer grupo o del segundo grupo) son condiciones de verificación de que ciertos parámetros P de estado del motor de combustión interna del vehículo automóvil están contenidos entre un valor máximo P_{\max} del parámetro P y un valor mínimo P_{\min} del parámetro P. Estos parámetros P caracterizan indiferentemente una condición de rodaje del vehículo automóvil y/o un estado de funcionamiento del vehículo automóvil. Dicho de otro modo, el procedimiento de control de la presente invención es puesto en práctica si y solamente si el conjunto de los citados parámetros P están comprendidos en el interior de una horquilla respectiva de valores limitada por el valor máximo P_{\max} del parámetro P y el valor mínimo P_{\min} del parámetro P. Tal etapa de verificación permite no realizar control cuando uno de los parámetros P es inferior al valor mínimo P_{\min} o es superior al valor máximo P_{\max} , a fin de no realizar control durante un caso de una deriva de uno de estos parámetros P.

Las condiciones del primer tipo C1 son verificadas previamente a las condiciones del segundo tipo C2. Del conjunto de estas disposiciones se deduce que la eficacia E del sistema 5 de post-tratamiento es medida con fiabilidad y certeza.

15 Refiriéndose a la figura 3, entre las condiciones del primer grupo C21, se encuentra una primera condición del primer grupo C211 que reside en una verificación de que una segunda temperatura T_2 de un aire ambiente está comprendida entre una segunda temperatura mínima $T_{2\min}$ y una segunda temperatura máxima $T_{2\max}$. El aire ambiente es por ejemplo el aire exterior al vehículo automóvil. A título de ejemplo, la segunda temperatura mínima $T_{2\min}$ es igual a $-10\text{ }^\circ\text{C}$ y una segunda temperatura máxima $T_{2\max}$ es igual a $40\text{ }^\circ\text{C}$.

20 Entre las condiciones del primer grupo C21, se encuentra una segunda condición del primer grupo C212 que reside en una verificación de que un primer caudal de aire D_1 tomado a la entrada del motor de combustión interna 1 está comprendido entre un primer caudal de aire mínimo $D_{1\min}$ y un primer caudal de aire máximo $D_{1\max}$. A título de ejemplo, el primer caudal de aire mínimo $D_{1\min}$ es igual a 5 kg/h y el primer caudal de aire máximo $D_{1\max}$ es igual a 700 kg/h .

25 Entre las condiciones del primer grupo C21, se encuentra una tercera condición del primer grupo C213 que reside en una verificación de que un segundo caudal de gases en la línea de escape D_2 tomado a la salida de la cámara de combustión del motor está comprendido entre un segundo caudal de gases mínimo $D_{2\min}$ y un segundo caudal de gases máximo $D_{2\max}$. A título de ejemplo, el segundo caudal de gases mínimo $D_{2\min}$ es igual a 5 k/h y el segundo caudal de gases máximo $D_{2\max}$ es igual a 700 k/h .

30 Entre las condiciones del primer grupo C21, se encuentra una cuarta condición del primer grupo C214 que reside en una verificación de que un tercer caudal de óxidos de nitrógeno D_3 estimado a la salida de la cámara de combustión del motor de combustión interna 1 está comprendido entre un tercer caudal de óxidos de nitrógeno mínimo $D_{3\min}$ y un tercer caudal de óxidos de nitrógeno máximo $D_{3\max}$. A título de ejemplo, el tercer caudal de óxidos de nitrógeno mínimo $D_{3\min}$ es igual a 0 mg/s y el tercer caudal de óxidos de nitrógeno máximo $D_{3\max}$ es igual a 1000 mg/s .

35 Entre las condiciones del primer grupo C21, se encuentra una quinta condición del primer grupo C215 que reside en una verificación de que una tercera temperatura T_3 del catalizador de reducción de reducción 6 está comprendida entre una tercera temperatura mínima $T_{3\min}$ y una tercera temperatura máxima $T_{3\max}$. A título de ejemplo, la tercera temperatura mínima $T_{3\min}$ es igual a $200\text{ }^\circ\text{C}$ y la tercera temperatura máxima $T_{3\max}$ es igual a $450\text{ }^\circ\text{C}$.

40 Entre las condiciones del primer grupo C21, se encuentra una sexta condición del primer grupo C216 que reside en una verificación de que la eficacia E de post-tratamiento de los óxidos de nitrógeno estimada a la salida del catalizador de reducción 6 está comprendida entre una eficacia mínima E_{\min} y una eficacia máxima E_{\max} . A título de ejemplo, la eficacia mínima E_{\min} es igual al 50% y la eficacia máxima E_{\max} es igual al 100% .

45 Entre las condiciones del primer grupo C21, se encuentra una séptima condición del primer grupo C217 que reside en una verificación de que una masa M de agente reductor almacenada en el interior del catalizador de reducción 6 está comprendida entre una masa mínima M_{\min} y una masa máxima M_{\max} . A título de ejemplo, la masa mínima M_{\min} es igual a $0,5\text{ g/l}$ y la masa máxima M_{\max} es igual a 4 g/l .

50 Refiriéndose a la figura 4, entre las condiciones del segundo grupo C22, se encuentra una primera condición del segundo grupo C221 que reside en una verificación de que una velocidad V del vehículo automóvil está comprendida entre una velocidad mínima V_{\min} y una velocidad máxima V_{\max} . A título de ejemplo, la velocidad mínima V_{\min} es igual a 40 km/h y la velocidad máxima V_{\max} es igual a 140 km/h .

Entre las condiciones del segundo grupo C22, se encuentra una segunda condición del segundo grupo C222 que reside en una verificación de que un par motor K facilitado por el motor de combustión interna 1 está comprendido entre un par motor mínimo K_{\min} y un par motor máximo K_{\max} . A título de ejemplo, el par motor mínimo K_{\min} es igual a 30 N.m y el par motor K_{\max} es igual a 200 N.m .

55 Entre las condiciones del segundo grupo C22, se encuentra una tercera condición del segundo grupo C223 que reside en una verificación de que un gradiente de par motor G facilitado por el motor de combustión interna 1 está

comprendido entre un gradiente de par motor mínimo G_{\min} y un gradiente máximo G_{\max} . A título de ejemplo, el gradiente mínimo G_{\min} es igual a -150 N.m/s y el gradiente máximo G_{\max} es igual a 150 N.m/s .

5 Entre las condiciones del segundo grupo C22, se encuentra una cuarta condición del segundo grupo C224 que reside en una verificación de que un cuarto caudal D_4 de carburante inyectado por un inyector de carburante en el interior de la cámara de combustión del motor de combustión interna 1 está comprendida entre un cuarto caudal mínimo $D_{4\min}$ y un cuarto caudal máximo $D_{4\max}$. A título de ejemplo, el cuarto caudal mínimo $D_{4\min}$ es igual a 5 mg/inyección y el cuarto caudal máximo $D_{4\max}$ es igual a 50 mg/inyección .

10 Entre las condiciones del segundo grupo C22, se encuentra una quinta condición del segundo grupo C225 que reside en una verificación de que una sincronización Q de inyección de carburante en el interior de la cámara de combustión del motor de combustión interna 1 está comprendida entre una sincronización mínima Q_{\min} y una sincronización máxima Q_{\max} . A título de ejemplo, la sincronización mínima Q_{\min} es igual a -5° del cigüeñal y la sincronización máxima Q_{\max} es igual a 15° del cigüeñal con respecto al PMH (punto muerto alto).

15 Entre las condiciones del segundo grupo C22, se encuentra una sexta condición del segundo grupo C226 que reside en una verificación de que una cuarta temperatura T_4 del motor de combustión interna 1 está comprendida entre una cuarta temperatura mínima $T_{4\min}$ y una cuarta temperatura máxima $T_{4\max}$. A título de ejemplo, la cuarta temperatura mínima $T_{4\min}$ es igual a $30 \text{ }^\circ\text{C}$ y la cuarta temperatura máxima $T_{4\max}$ es igual a $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

20 La presente invención propone que preferentemente el conjunto de las condiciones antes citadas sean verificadas en el transcurso de la primera etapa de verificación AA previamente a una segunda etapa BB de análisis de la eficacia E del citado sistema 5. Se desprende de esto que en ningún caso se efectúa el análisis del sistema 5 cuando no se verifica una de las condiciones antes citadas. Resulta así una minimización de la producción de error en un resultado de análisis de la eficacia E del citado sistema 5, incluso en el caso anteriormente citado en que el sensor de óxidos de nitrógeno 11 sea único. A título de ejemplo, la duración de un análisis de eficacia es de ~ 150 segundos.

25 Además, la presente invención permite una puesta en práctica de un análisis de eficacia E cuando uno cualquiera de los citados parámetros P toma sucesivamente un primer valor particular P_1 , y después un segundo valor particular P_2 . A título de ejemplo, la puesta en práctica del análisis de la citada eficacia E es realizada cuando la velocidad V del vehículo automóvil es igual a una primera velocidad particular V_1 del orden de 50 km/h , más o menos 5 km/h , y después igual a una segunda velocidad particular V_2 del orden de 10 km/h , más o menos 2 km/h . Refiriéndose a la figura 5, que representa la velocidad V del vehículo automóvil en función del tiempo, se distinguen intervalos sucesivos $PI_1, PI_2, PI_3, PI_4, PI_5, PI_6$ de velocidad V durante los cuales se efectúa el análisis de eficacia E .

La segunda etapa BB de análisis de la eficacia E del citado sistema 5 se realiza especialmente a partir de una información de concentración de óxidos de nitrógeno facilitada por el sensor de óxidos de nitrógeno 11 colocado aguas abajo del catalizador de reducción en la línea de escape 2, según el citado sentido de circulación 8.

35 A continuación, se realiza una tercera etapa CC de comparación sucesiva de la eficacia E analizada con una eficacia-umbral, E_{umbral} . Una eficacia-umbral típica es por ejemplo del orden del 70%.

En el caso CC1 en el que la eficacia E sea superior de manera repetida, por ejemplo después de 2 análisis consecutivos, a la eficacia-umbral E_{umbral} , se obtiene entonces una primera constatación R_1 según la cual el catalizador de reducción 6 y el inyector de agente reductor 7 funcionan de manera satisfactoria.

40 En el caso CC2 en que la eficacia E sea inferior de manera repetida, por ejemplo después de 2 análisis consecutivos, a la eficacia-umbral E_{umbral} , se obtiene entonces una segunda constatación R_2 según la cual es necesario un reajuste del sistema 5. Tal reajuste comprende una operación de reajuste en bucle cerrado, basada esencialmente en la información facilitada por el sensor de óxidos de nitrógeno 11. La operación de reajuste en bucle cerrado consiste en aumentar una cantidad de agente reductor facilitada por el inyector de agente reductor 7 hasta que la información facilitada por el sensor de óxidos de nitrógeno 11 sea satisfactoria. Tal reajuste en bucle cerrado permite una compensación de las dispersiones de la eficacia E , especialmente de las dispersiones que afectan a la información relativa a la masa M de agente reductor almacenada en el interior del catalizador de reducción 6.

50 En el caso en que un número NB de operaciones de reajuste efectuadas sea superior a un número máximo tolerado NB_{\max} sin que la información facilitada por el sensor de óxidos de nitrógeno 11 sea satisfactoria, entonces se obtiene una tercera constatación R_3 según la cual fallan el catalizador de reducción 6 y/o el inyector de agente reductor 7. El número máximo tolerado NB_{\max} es por ejemplo del orden de 3 veces.

55 En el caso en que el número NB de operaciones de reajuste efectuadas sea inferior al número máximo tolerado NB_{\max} para que la información facilitada por el sensor de óxidos de nitrógeno 11 sea satisfactoria, entonces se obtiene una cuarta constatación R_4 según la cual el catalizador de reducción 6 y el inyector de agente reductor 7 están operativos, y el algoritmo 12 vuelve a la segunda etapa BB de análisis de la eficacia E del citado sistema 5.

5 En la figura 6a, están representadas la tercera temperatura T3, la citada velocidad V y ventanas temporales F1 a F10 en las que se cumplan las condiciones de las primeras etapas de verificación AA sucesivas. En la figura 6b, está representada una información relativa a la concentración de óxidos de nitrógeno aguas arriba del catalizador de reducción 6 según el sentido de circulación 8. En la figura 6c, está representada una información relativa a la concentración de óxidos de nitrógeno aguas abajo del catalizador de reducción 6 según el citado sentido de circulación 8. En la figura 6d, están ilustradas esquemáticamente las diferentes etapas sucesivas del algoritmo 12. Debe destacarse que si la segunda etapa BB de análisis de la eficacia E va seguida de un diagnóstico del tipo CC1 en que la eficacia E sea superior de manera repetida a la eficacia-umbral E_{umbral}, se obtiene entonces la primera constatación R1 según la cual el catalizador de reducción 6 funciona de manera satisfactoria. Debe destacarse igualmente que si la segunda etapa BB de análisis de la eficacia E va seguida de un diagnóstico del tipo CC2 en el que la eficacia E sea inferior de manera repetida a la eficacia-umbral E_{umbral}, se obtiene entonces la segunda constatación R2 según la cual es necesario un reajuste en bucle cerrado del sistema 5.

10 El conjunto de estas disposiciones es tal que el procedimiento de puesta en práctica del sistema 5 de post-tratamiento es fiable, incluso en el caso en que esté instalado un único sensor de óxido de nitrógeno 11 aguas abajo del catalizador de reducción 6 en la línea de escape 2. Tal fiabilidad está ilustrada en la figura 7 en la que aparece que los casos de eficacia en los cuales el sistema 5 falla, están disociados de los casos de eficacia en los cuales el sistema está operativo, no cortándose estos casos.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de control de una eficacia de un sistema (5) de post-tratamiento de gases de escape (4) producidos por un motor de combustión interna (1) que equipa a un vehículo automóvil, comprendiendo el procedimiento una etapa de inyección de un agente reductor en el interior de una línea de escape (2),
 5 comprendiendo el sistema (5) de post-tratamiento un catalizador de reducción (6), caracterizado por que el procedimiento comprende una primera etapa de verificación (AA) que comprende una verificación de una cualquiera de las condiciones de primer tipo (C1) que están constituidas por condiciones de verificación de estado de componentes del sistema (5) de post-tratamiento, previamente a una segunda etapa (BB) de análisis de una eficacia (E) del citado sistema (5).
- 10 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que las condiciones de primer tipo (C1) comprenden una primera condición de primer tipo (C11) que comprende una verificación de que un sensor de óxidos de nitrógeno (11) está operativo, y una segunda condición de primer tipo (C12) que comprende una verificación de que un inyector de agente reductor (7) está operativo.
- 15 3. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el procedimiento comprende una verificación de una cualquiera de las condiciones de segundo tipo (C2), siendo efectuada la verificación de las condiciones de segundo tipo después de la verificación de una de las condiciones de primer tipo (C1).
- 20 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que las condiciones de segundo tipo (C2) comprenden condiciones de un primer grupo (C21) que son relativas al sistema (5) de post-tratamiento así como condiciones de un segundo grupo (C22) que son relativas al motor de combustión interna del vehículo automóvil.
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que las condiciones de primer grupo (C21) comprenden al menos una condición tomada sola o en combinación entre:
- 25 - una primera condición del primer grupo (C211) que comprende una verificación de que una segunda temperatura (T_2) de un aire ambiente está comprendida entre una segunda temperatura mínima (T_{2min}) y una segunda temperatura máxima (T_{2max}).
- una segunda condición del primer grupo (C212) que comprende una verificación de que un primer caudal de aire (D_1) tomado a la entrada del motor de combustión interna (1) está comprendido entre un primer caudal de aire mínimo (D_{1min}) y un primer caudal de aire máximo (D_{1max}).
- 30 - una tercera condición del primer grupo (C213) que comprende una verificación de que un segundo caudal de gases de escape (D_2) tomado a la salida de la cámara de combustión está comprendido entre un segundo caudal de gases mínimo (D_{2min}) y un segundo caudal de gases máximo (D_{2max}).
- una cuarta condición del primer grupo (C214) que comprende una verificación de que un tercer caudal de óxido de nitrógenos (D_3) estimado a la salida de una cámara de combustión del motor de combustión interna (1) está comprendido entre un tercer caudal de óxidos de nitrógeno mínimo (D_{3min}) y un tercer caudal de óxidos de nitrógeno
 35 máximo (D_{3max}).
- una quinta condición del primer grupo (C215) que comprende una verificación de que una tercera temperatura (T_3) del catalizador de reducción (6) está comprendida entre una tercera temperatura mínima (T_{3min}) y una tercera temperatura máxima (T_{3max}).
- 40 - una sexta condición del primer grupo (C216) que comprende una verificación de que una eficacia (E) de post-tratamiento de los óxidos de nitrógeno estimada a la salida del catalizador de reducción (6) está comprendida entre una eficacia mínima (E_{min}) y una eficacia máxima (E_{max}).
- una séptima condición del primer grupo (C217) que comprende una verificación de que una masa (M) de un agente reductor almacenada en el interior del catalizador de reducción (6) está comprendida entre una masa mínima (M_{min}) y una masa máxima (M_{max}).
- 45 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que las condiciones de segundo grupo (C22) comprenden al menos una condición tomada sola o en combinación entre:
- una primera condición del segundo grupo (C221) que comprende una verificación de que una velocidad (V) del vehículo automóvil está comprendida entre una velocidad mínima (V_{min}) y una velocidad máxima (V_{max}).
- 50 - una segunda condición del segundo grupo (C222) que comprende una verificación de que un par motor (K) facilitado por el motor de combustión interna (1) está comprendido entre un par motor mínimo (K_{min}) y un par motor máximo (K_{max}).

- una tercera condición del segundo grupo (C223) que comprende una verificación de que un gradiente del par motor (G) facilitado por el motor de combustión interna (1) está comprendido entre un gradiente mínimo (G_{\min}) y un gradiente máximo (G_{\max}).
- 5 - una cuarta condición del segundo grupo (C224) que comprende una verificación de que un cuarto caudal (D4) de un carburante inyectado por un inyector de carburante en el interior de una cámara de combustión del motor de combustión interna (1) está comprendido entre un cuarto caudal mínimo ($D_{4\min}$) y un cuarto caudal máximo ($D_{4\max}$).
- una quinta condición del segundo grupo (C225) que comprende una verificación de que una sincronización (Q) de inyección de carburante en el interior de una cámara de combustión del motor de combustión interna (1) está comprendida entre una sincronización mínima (Q_{\min}) y una sincronización máxima (Q_{\max}).
- 10 - una sexta condición del segundo grupo (C226) que comprende una verificación de que una cuarta temperatura (T_4) del motor de combustión interna (1) está comprendida entre una cuarta temperatura mínima ($T_{4\min}$) y una cuarta temperatura máxima ($T_{4\max}$).
- 15 7. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la segunda etapa (BB) de análisis de la eficacia (E) del citado sistema (5) precede a una tercera etapa (CC) de comparaciones sucesivas de la eficacia (E) con una eficacia umbral (E_{umbral}).
- 8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por que, si la eficacia (E) es inferior de manera repetida a la eficacia-umbral (E_{umbral}), el procedimiento comprende una operación de reajuste en bule cerrado del sistema (5).
- 20 9. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 y 8, caracterizado por que la segunda etapa (BB) de análisis de la eficacia (E) del citado sistema (5) se efectúa cuando uno cualquiera de los parámetros (P) verificados durante la primera etapa de verificación (AA) toma sucesivamente un primer valor particular (P1), y después un segundo valor particular (P2).

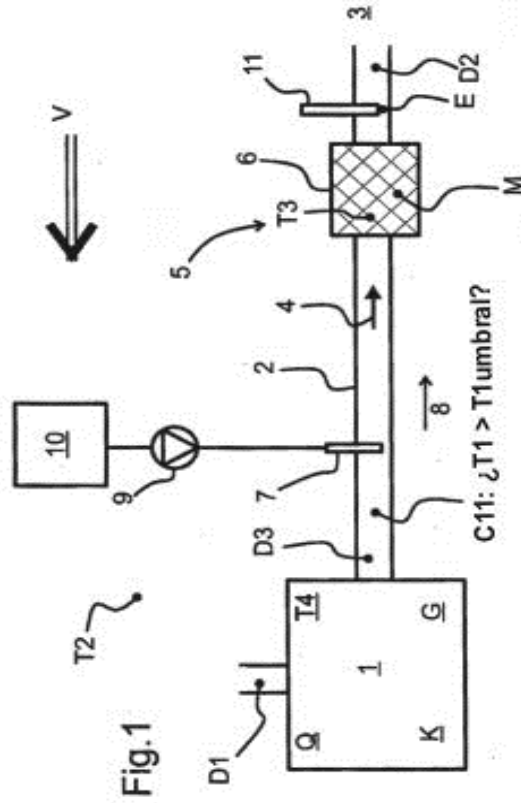


Fig. 1

- C21
- C211: $\Delta T2_{min} < T2 < T2_{max}$
 - C212: $\Delta D1_{min} < D1 < D1_{max}$?
 - C213: $\Delta D2_{min} < D2 < D2_{max}$?
 - C214: $\Delta D3_{min} < D3 < D3_{max}$?
 - C215: $\Delta T3_{min} < T3 < T3_{max}$?
 - C216: $\Delta E_{min} < E < E_{max}$?
 - C217: $\Delta M_{min} < M < M_{max}$?

Fig. 3

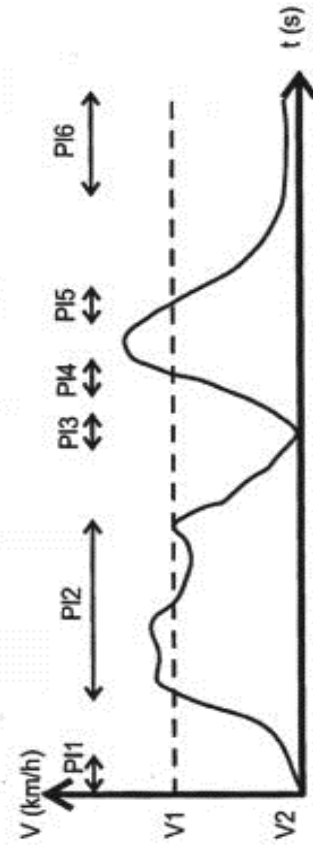


Fig. 5

- C22
- C221: $\Delta V_{min} < V < V_{max}$?
 - C222: $\Delta K_{min} < K < K_{max}$?
 - C223: $\Delta G_{min} < G < G_{max}$?
 - C224: $\Delta D4_{min} < D4 < D4_{max}$?
 - C225: $\Delta Q_{min} < Q < Q_{max}$?
 - C226: $\Delta T4_{min} < T4 < T4_{max}$?

Fig. 4

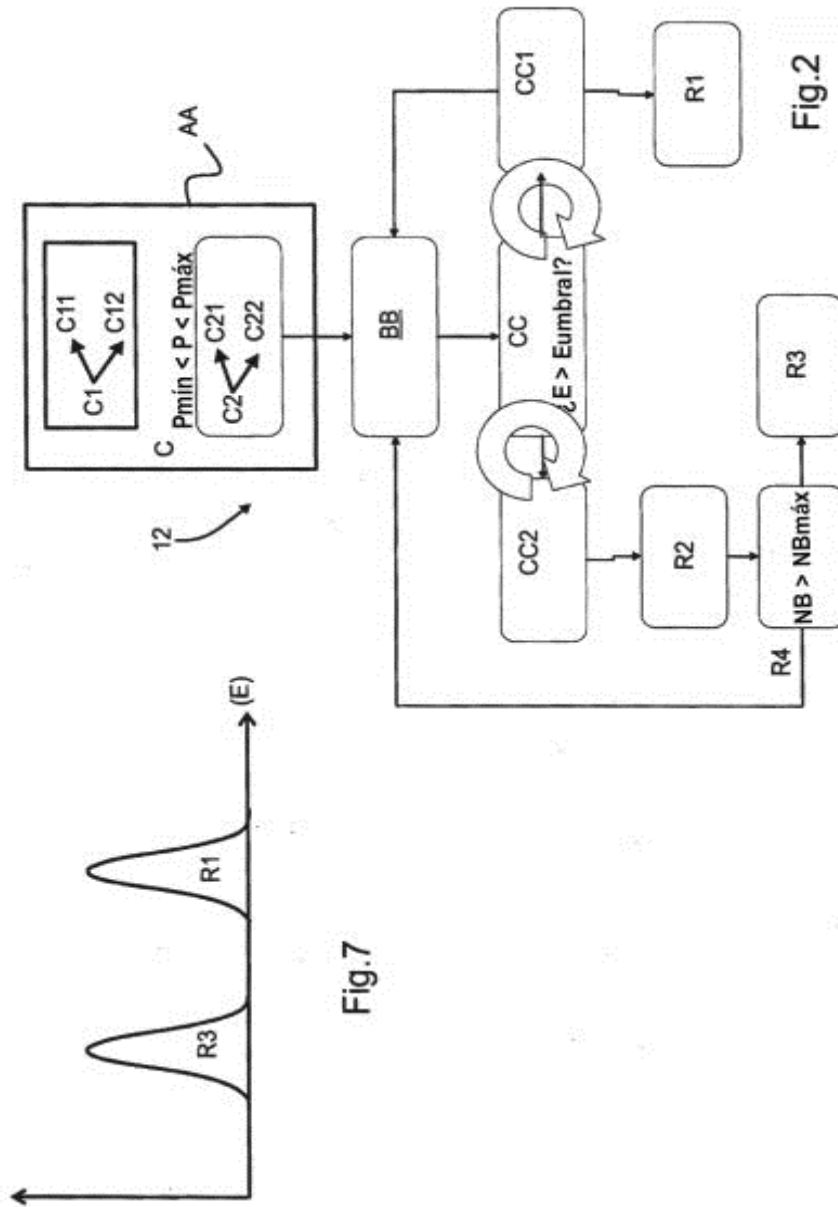


Fig.7

Fig.2

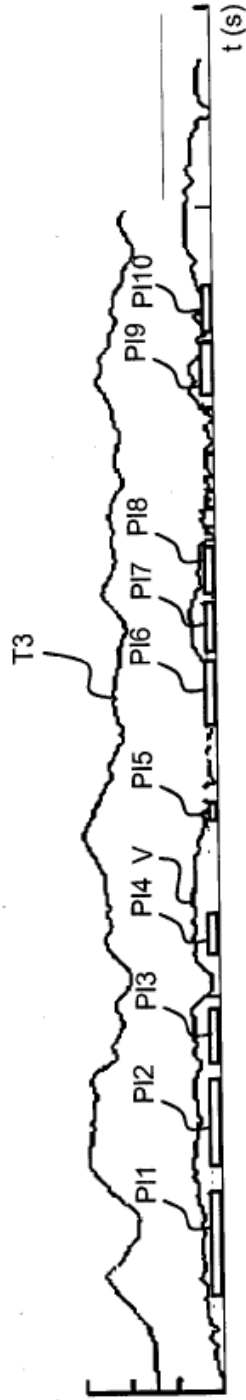


Fig. 6a

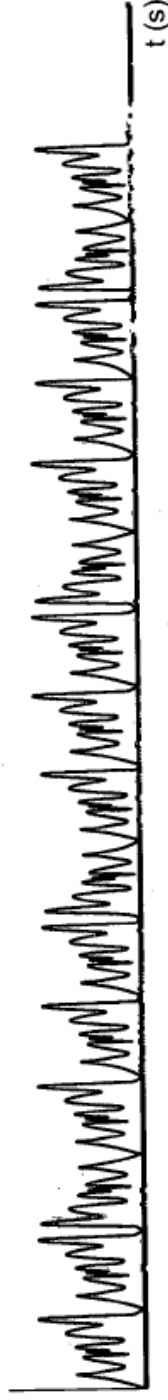


Fig. 6b



Fig. 6c

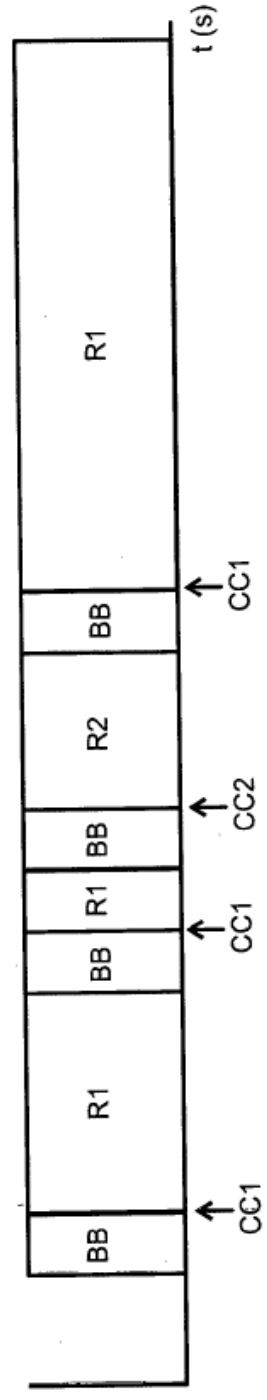


Fig. 6d