

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 234**

51 Int. Cl.:

**F01N 3/10** (2006.01)

**F01N 11/00** (2006.01)

**F01N 13/00** (2010.01)

**F01N 9/00** (2006.01)

**F01N 3/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.02.2012 E 12709932 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2015 EP 2681422**

54 Título: **Procedimiento de diagnóstico de un catalizador de oxidación mediante medición de la tasa de óxidos de nitrógeno aguas abajo de un sistema de reducción catalítico selectivo**

30 Prioridad:

**02.03.2011 FR 1151676**

**02.03.2011 FR 1151675**

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

**29.06.2015**

73 Titular/es:

**PEUGEOT CITROËN AUTOMOBILES SA (100.0%)**

**Route de Gisy**

**78140 Vélizy Villacoublay, FR**

72 Inventor/es:

**LEONARDON, MATHILDE;**

**DERENNE, MAGALI;**

**LE TALLEC, THOMAS;**

**MAESSE, PIERRE HENRI y**

**CHAILLOU, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 539 234 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 diagnóstico de un catalizador de oxidación mediante medición de la tasa de óxidos de nitrógeno aguas abajo de un sistema de reducción catalítico selectivo

5 La presente invención concierne a un procedimiento de diagnóstico de un catalizador de oxidación dentro de una línea de escape de gases procedente de un motor de combustión interna. La invención concierne también a un vehículo automóvil que comprende una línea de escape y un ordenador que lleva a cabo el procedimiento anterior.

Dentro del dominio de la industria automotriz, la reducción del consumo de combustible y la disminución de la emisión de contaminantes emitidos en el escape son problemas de alta importancia.

10 De este modo, los monóxidos de carbono (abreviado con CO) y los hidrocarburos (abreviado con HC) constituyen contaminantes cuya emisión hacia la atmósfera se busca reducir. Para la reducción de estos contaminantes, es conocido utilizar un catalizador de oxidación. Un catalizador de oxidación como tal es conocido igualmente bajo el término abreviado CatOx o bajo la expresión inglesa Diesel Oxydation Catalyst abreviado con DOC. En lo que sigue del documento, la abreviación "DOC" y el término "catalizador de oxidación" se utilizan de forma indistinta.

15 Por otra parte, el monóxido de nitrógeno (NO), el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) son otros gases contaminantes conocidos de forma general bajo el nombre de NO<sub>x</sub>. Debe destacarse que el DOC no contribuye a la disminución global de la emisión de los NO<sub>x</sub> porque el DOC, debido a que, por sus características de oxidante, cataliza la reacción de formación de dióxidos de nitrógeno a partir de monóxido de nitrógeno. De este modo, el DOC contribuye al aumento de la tasa de dióxidos de nitrógeno por óxidos de nitrógeno, denominado ratio NO<sub>2</sub>/ NO<sub>x</sub> en lo que sigue del documento.

20 Por lo tanto, es más útil prever un sistema específico de descontaminación del dióxido de nitrógeno y de todos los óxidos de nitrógeno en particular. Los medios típicamente utilizados para la eliminación de estos gases son sistemas de reducción catalítica selectiva (del inglés Selective Catalytic Reduction, abreviado con SCR) asociados a una inyección de urea o de NH<sub>3</sub>. En lo que sigue de este documento, la abreviación "SCR" y la expresión "reducción catalítica selectiva" se utilizan de forma indistinta.

25 De este modo, el DOC y el sistema SCR están clásicamente integrados en una línea de escape de gas procedente de un motor de combustión interna. Las figuras 1 y 2 muestran ejemplos de líneas de escape 20 asociadas al motor de combustión interna 80. Estas líneas de escape 20 pueden comprender el DOC 40 y el sistema SCR 60 en este orden, según el sentido del escape de los gases 90.

30 Para asegurar la eficacia en el tiempo de los sistemas de descontaminación presentes en la línea de escape 20, se han propuesto diferentes procedimientos de diagnóstico de fallos de estos sistemas. Por ejemplo, es conocido utilizar sondas de temperatura para determinar un exotermo en el DOC. También es conocido utilizar sensores de la tasa de dióxigeno para determinar la modificación del consumo de dióxigeno por el DOC. La determinación de un exotermo o la determinación de una modificación del consumo de dióxigeno permiten diagnosticar un fallo en el DOC. De forma alternativa, los documentos WO2008/093616 A, WO2009/101728 A y DE 10328856 A describen procedimientos de diagnóstico del fallo del DOC mediante la medición de la tasa de NO<sub>x</sub> a la salida del DOC, y eventualmente aguas arriba del DOC. De este modo, cada procedimiento de diagnóstico conocido propone la utilización de un sensor específico para la detección de fallos en el DOC. La utilización de un sensor específico implica la obtención de una línea de escape más compleja y, por lo tanto, en particular más costosa.

40 Un primer tipo de procedimientos se basa en la modelización de los parámetros de funcionamiento de la línea de escape para diagnosticar un fallo en la línea de escape. De este modo, el documento WO2010/113269 A propone un cálculo estimativo de la tasa de NO<sub>2</sub> en la línea de escape para determinar un fallo en la línea. Este primer tipo de procedimientos no determinan los valores reales de los parámetros de funcionamiento de la línea de escape; la fiabilidad de procedimientos como tales es perfectible.

45 Un segundo tipo de procedimientos se basa en la medición de los valores reales de los parámetros de funcionamiento de la línea de escape. Los documentos WO2008/093616 A, WO2009/101728 A y DE 10328856 A describen, por ejemplo, procedimientos de diagnóstico de fallos del DOC mediante la medición de la tasa de NO<sub>x</sub> a la salida del DOC, y eventualmente aguas arriba del DOC. De este modo, estos procedimientos de diagnóstico del segundo tipo proponen la utilización de un sensor específico para la detección de fallos del DOC. La utilización de un sensor específico implica por lo tanto la obtención de una línea de escape más compleja y, por lo tanto, en particular más costosa.

50 Existe por lo tanto una necesidad de un procedimiento fiable de diagnóstico de fallos en un sistema de descontaminación de una línea de escape, manteniéndose la línea de escape con una concepción simple, y, en particular, de un procedimiento de diagnóstico de un catalizador de oxidación susceptible de ser llevado a cabo sobre una línea de escape simple.

55 Para esto, la invención propone un procedimiento de diagnóstico de un catalizador de oxidación en una línea de escape de gases procedente de un motor de combustión interna, comprendiendo la línea de escape un sistema de

reducción catalítica selectiva aguas abajo del catalizador de oxidación según el sentido de escape de los gases, comprendiendo el procedimiento:

- la medición de la tasa de óxidos de nitrógeno aguas abajo del órgano de reducción catalítica selectiva según el sentido de escape de los gases; y
- 5
- la determinación de un fallo del catalizador de oxidación en función de la tasa de óxidos de nitrógeno medida.

Según una variante, se determina el fallo del catalizador de oxidación cuando la tasa de óxidos de nitrógeno medida pasa por debajo de un umbral de óxidos de nitrógeno predeterminado de fallos del catalizador de oxidación.

- 10
- Según una variante, el procedimiento comprende, a partir de la tasa medida de óxidos de nitrógeno, el cálculo de la tasa de conversión de los óxidos de nitrógeno por el sistema de reducción catalítica selectiva, determinándose el fallo del catalizador de oxidación cuando la tasa de conversión del sistema de reducción catalítica selectiva pasa por debajo de un umbral de la tasa de conversión predeterminado del catalizador de oxidación.

Según una variante, el procedimiento comprende:

- 15
- la medición de la tasa de monóxido de carbono o de la tasa de hidrocarburos aguas arriba del sistema de reducción catalítica selectiva y aguas abajo del catalizador de oxidación según el sentido de escape de los gases; y
  - la determinación de un fallo del catalizador de oxidación cuando la tasa medida de monóxido de carbono o de hidrocarburos sobrepasa un umbral de monóxido de carbono o de hidrocarburos predeterminado de fallo del catalizador de oxidación.

20

Según una variante, el procedimiento comprende:

- la medición de la tasa de dióxidos de nitrógeno por óxidos de nitrógeno, aguas arriba del sistema de reducción catalítica selectiva y aguas abajo del catalizador de oxidación según el sentido de escape de los gases; y
  - la determinación de un fallo del catalizador de oxidación cuando la tasa medida de dióxidos de nitrógeno por óxidos de nitrógeno pasa por debajo de un umbral de dióxidos de nitrógeno por óxidos de nitrógeno predeterminado de fallo del catalizador de oxidación.
- 25

Según una variante, el procedimiento comprende:

- la medición del consumo de dióxígeno por el catalizador de oxidación; y
  - la determinación de un fallo del catalizador de oxidación cuando el consumo medido pasa por debajo de un umbral de consumo de dióxígeno predeterminado de fallo del catalizador de oxidación.
- 30

Según una variante, el procedimiento comprende:

- la medición o la estimación del exotermo generado por el catalizador de oxidación; y
  - la determinación de un fallo del catalizador de oxidación en función del exotermo medido o estimado.
- 35

Según una variante, el procedimiento comprende además la inyección de urea aguas arriba del sistema de reducción catalítica selectiva según el sentido de escape de los gases.

Según una variante, el motor de combustión interna del cual provienen los gases que se liberarán por la línea de escape es un motor diesel.

- 40
- La invención propone igualmente, en un modo de realización particular del procedimiento anterior, un procedimiento de diagnóstico del fallo de un sistema en una línea de escape de los gases procedentes de un motor de combustión interna, comprendiendo la línea de escape, según el sentido de escape de los gases, un catalizador de oxidación y un sistema de reducción catalítica selectiva, comprendiendo el procedimiento:

- las mediciones a una primera temperatura y a una segunda temperatura de la tasa de óxidos de nitrógeno aguas arriba del sistema de reducción catalítica selectiva según el sentido de escape de los gases, siendo la segunda temperatura más elevada que la primera temperatura; y
- 45
- la determinación de un fallo del catalizador de oxidación cuando:
    - a la primera temperatura, la tasa de óxidos de nitrógeno medida corresponde a una insuficiencia de funcionamiento del sistema de reducción catalítica selectiva; y cuando

- o a la segunda temperatura, la tasa de óxidos de nitrógeno medida no corresponde a una insuficiencia de funcionamiento del sistema de reducción catalítica selectiva.

Según una variante, por lo menos una entre la primera y la segunda temperaturas es una temperatura medida al nivel del sistema de reducción catalítica selectiva.

- 5 Según una variante, por lo menos una entre la primera y la segunda temperaturas es una temperatura estimada del sistema de reducción catalítica selectiva, siendo realizada la estimación por un modelo de temperatura de la línea de escape.

Según una variante, el modelo de temperatura está basado en por lo menos uno de los parámetros del grupo de parámetros consistente en:

- 10
- el régimen del motor;
  - el par del motor;
  - el caudal de combustible del motor;
  - la introducción progresiva de combustible del motor;
  - el caudal de aire del motor;
- 15
- la tasa de recirculación dentro del motor de los gases que se liberarán por la línea de escape;
  - el sistema de compuertas en la admisión del motor;
  - la velocidad de un vehículo que comprende el motor y la línea de escape; y
  - la posición de un turbocompresor en la admisión del motor que recupera la energía cinética de los gases a liberarse por la línea de escape.

- 20 Según una variante, el procedimiento comprende la determinación de un fallo del sistema de reducción catalítica selectiva cuando, a la primera temperatura y a la segunda temperatura las tasas de óxidos de nitrógeno medidas corresponden a una insuficiencia de funcionamiento del sistema de reducción catalítica selectiva.

- 25 Según una variante, en por lo menos una entre las primera y segunda temperaturas, la tasa de óxidos de nitrógeno medida corresponde a una insuficiencia de funcionamiento del sistema de reducción catalítica selectiva cuando la tasa de óxidos de nitrógeno medida sobrepasa un umbral de óxidos de nitrógeno predeterminado de fallo.

- 30 Según una variante, en por lo menos una entre las primera y segunda temperaturas, el procedimiento comprende el cálculo de la tasa de conversión de los óxidos de nitrógeno por el sistema de reducción catalítica selectiva a partir de la tasa de óxidos de nitrógeno medida, correspondiendo la tasa de óxidos de nitrógeno medida a por lo menos una entre las primera y segunda temperaturas a una insuficiencia de funcionamiento del sistema de reducción catalítica selectiva cuando la tasa de conversión de los óxidos de nitrógeno calculada pasa por debajo de un umbral de la tasa de conversión predeterminada de fallo.

Según una variante:

la primera temperatura es una temperatura de funcionamiento normal de la línea de escape y está comprendida entre 150°C y 300°C; y

- 35 la segunda temperatura es una temperatura elevada de funcionamiento de la línea de escape y es igual o superior a 300°C.

Según una variante que se aplica al conjunto de los modos de realización del procedimiento según la invención, el motor de combustión interna del cual provienen los gases que se liberarán por la línea de escape, es un motor diesel.

- 40 La invención todavía propone un vehículo automóvil que comprende un motor de combustión interna, una línea de escape de los gases del motor de combustión interna y un ordenador de diagnóstico de la línea de escape, comprendiendo la línea de escape, en el sentido de escape de los gases, un catalizador de oxidación, un sistema de reducción catalítica selectiva, un sensor de la tasa de óxidos de nitrógeno, y llevando a cabo el ordenador el procedimiento de diagnóstico anterior según todos los modos de realización.

- 45 Otras características y ventajas de la invención se harán evidentes con la lectura de la descripción detallada que sigue de los modos de realización de la invención, dados a título de ejemplo únicamente y con referencia a los dibujos que muestran:

- figuras 1 y 2, representaciones esquemáticas de líneas de escape asociadas a un motor de combustión interna;
- figura 3, un gráfico que compara la evolución del ratio de dióxidos de nitrógeno por óxidos de nitrógeno para catalizadores de oxidación nuevo y antiguo;
- 5 • figura 4, un gráfico de la eficacia del tratamiento de los óxidos de nitrógeno por la línea de escape de la figura 1 ó 2 en función de la temperatura y del ratio de dióxidos de nitrógeno por óxidos de nitrógeno;
- figura 5, un gráfico que representa las emisiones totales de contaminantes provenientes de diferentes catalizadores de oxidación en función de diferentes umbrales predeterminados de fallo del catalizador de oxidación;
- 10 • figura 6, un histograma de la eficacia del tratamiento de los óxidos de nitrógeno por la línea de escape de la figura 1 en función del ratio de dióxidos de nitrógeno por óxidos de nitrógeno a una primera temperatura y a una segunda temperatura;
- figura 7, un gráfico que compara la evolución de temperatura para catalizadores de oxidación nuevo y antiguo.

15 Se propone un procedimiento de diagnóstico de un catalizador de oxidación. El diagnóstico está previsto para ser puesto en práctica en una línea de escape para los gases procedentes de un motor de combustión interna. El motor de combustión interna es, con preferencia, un motor diesel. Se hace referencia a las figuras 1 y 2 descritas anteriormente para ilustrar la presencia del DOC 40 en la línea de escape 20.

20 Conforme a estas figuras 1 y 2, y según un primer modo de realización, la línea de escape 20 para la cual se lleva a cabo el procedimiento propuesto, comprende un sistema de reducción catalítica selectiva 60 aguas abajo del DOC 20 según el sentido de escape de los gases. En lo que sigue de este documento, la utilización de los términos “aguas arriba” y “aguas abajo” hacen referencia, en la línea de escape 20, al posicionamiento de un dispositivo con respecto a otro dispositivo según el sentido de escape de los gases en la línea de escape 20.

25 El procedimiento comprende la medición de la tasa de óxidos de nitrógeno aguas abajo del sistema SCR 60. El procedimiento comprende además la determinación de un fallo del DOC 40.

30 En efecto, entre los fallos conocidos del DOC 40, el envejecimiento del DOC 40 tiene particularmente como consecuencia una disminución de la eficacia de la oxidación de los HC y de los CO y una disminución del ratio NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> aguas abajo del DOC 40. La figura 3 muestra un gráfico que compara la evolución del ratio NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> para un DOC 40 en un estado nuevo (curva 70) y para un DOC 40 en estado viejo (curva 72). La evolución del ratio NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> para cada DOC 40 está ligada a un mismo perfil de funcionamiento estándar experimentado por el motor de combustión interna 80. La figura 3 muestra de este modo la evolución de la velocidad del motor 80, cuando el motor 80 experimenta el perfil de funcionamiento estándar (curva 78).

35 Así pues, la disminución del ratio NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> aguas abajo del DOC 40 produce un aumento de las emisiones de NO<sub>x</sub> aguas abajo del sistema SCR 60, a causa de una menor eficacia del SCR. Esta disminución de la eficacia del SCR es visible sobre la superficie 76 de la figura 4 que representa una gráfica de la eficacia del tratamiento de los NO<sub>x</sub> por la línea de escape 80 en función del ratio NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>.

40 De este modo, debido a la disminución de la eficacia del SCR por el descenso del ratio NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, es posible determinar una disminución de la actividad del DOC 40 mediante la medición de la tasa de NO<sub>x</sub> aguas abajo del sistema SCR 60. Se puede determinar un fallo del DOC 40 en función de la tasa de NO<sub>x</sub> aguas abajo del sistema SCR 60 según por lo menos uno de los dos modos de determinación siguientes.

El fallo del DOC 40 puede determinarse, por ejemplo, cuando la tasa de óxidos de nitrógeno medida sobrepasa un umbral de óxidos de nitrógeno predeterminado de fallo del DOC 40.

45 El fallo del DOC 40 también puede determinarse por medio de un cálculo de la tasa de conversión de los NO<sub>x</sub> por el sistema SCR 60. El cálculo de la tasa de conversión de los NO<sub>x</sub> por el sistema SCR 60 se efectúa a partir de la tasa medida de NO<sub>x</sub> y de una tasa de NO<sub>x</sub> aguas arriba del sistema SCR 60. La tasa de NO<sub>x</sub> aguas arriba del órgano SCR 60 puede obtenerse con la ayuda de un sensor dedicado o con la ayuda de un modelo de tasa de NO<sub>x</sub> aguas arriba del sistema SCR 60. La tasa de NO<sub>x</sub> aguas arriba del sistema SCR 60, de este modo, es medida o estimada, y permite, con la tasa de NO<sub>x</sub> medida aguas abajo, el cálculo de la tasa de conversión de los NO<sub>x</sub> por el sistema SCR 60. Cuando se efectúa el cálculo de la tasa de conversión de los NO<sub>x</sub> por el sistema SCR 60, se determina el fallo del DOC 40 cuando la tasa de conversión calculada pasa por debajo de un umbral de la tasa de conversión predeterminado de fallo del DOC 40.

Los dos modos anteriores de determinación de un fallo del DOC 40 pueden llevarse a cabo simultáneamente sobre la línea de escape 20.

En otros términos y en todos los casos, el procedimiento propuesto permite diagnosticar un fallo del DOC 40 no directamente mediante la disminución de la eficacia del tratamiento de los HC y CO, sino indirectamente, mediante las emisiones de NOx aguas abajo del sistema SCR 60.

5 Así pues, en referencia a las figuras 1 y 2, el sensor de NOx 64 aguas abajo del SCR es impuesto por un ordenador a bordo de diagnóstico de la disminución de los NOx (no representado). El ordenador a bordo de diagnóstico de la disminución de los NOx es un ordenador de diagnóstico a bordo, más conocido bajo el nombre de ordenador OBD (abreviación proveniente de la expresión inglesa on board diagnostics).

10 La puesta en práctica del procedimiento propuesto por este mismo ordenador a bordo no genera la necesidad de un sensor complementario, al contrario que otras soluciones conocidas como el diagnóstico del DOC 40 mediante exotermo del DOC 40 o mediante la modificación del consumo de oxígeno del DOC 40. Sin necesidad de un sensor complementario, la línea de escape 20 para la cual se aplica el procedimiento de diagnóstico propuesto, es por lo tanto más simple.

En definitiva, el procedimiento propuesto de diagnóstico de catalizador de oxidación es susceptible de ser llevado a cabo sobre una línea de escape más simple.

15 El umbral de NOx predeterminado de fallos del DOC 40 puede corresponder a un umbral almacenado dentro del ordenador OBD. Este umbral predeterminado forma parte del conjunto de umbrales reglamentarios para los diferentes contaminantes HC, CO ó NOx.

20 La figura 5 muestra un gráfico que representa las emisiones totales de contaminantes HC, CO ó NOx en función de los diferentes umbrales predeterminados de fallo del DOC 40. El umbral 94 corresponde al umbral de CO predeterminado de fallo del DOC 40. El umbral 96 corresponde al umbral de NOx y de HC no metánicos (abreviado con NMHC) predeterminado de fallo del DOC 40. La figura 5 muestra las emisiones totales de contaminantes HC, CO ó NOx que provienen de catalizadores de oxidación de diferentes tecnologías: DOC 1, DOC 2, DOC 3, DOC 4 y DOC 5, y a los cuales se ha aplicado el perfil estándar de funcionamiento. Para cada uno de estos DOC, el umbral 96 de NOx predeterminado ha sobrepasado antes el umbral 94 predeterminado de los CO y de los HC no metánicos. El procedimiento de diagnóstico propuesto permite, por lo tanto, detectar un fallo del DOC 40 y cubrir las emisiones por encima de lo especificado de otros contaminantes reglamentados tales como el CO, para diferentes tecnologías de DOC.

30 Siempre por cuestiones de fiabilidad del procedimiento de detección, el procedimiento puede comprender, además, la medición de la tasa de CO o de la tasa de HC aguas arriba del sistema SCR 60 y aguas abajo del DOC 40. Esta medición, cuando sobrepasa el umbral de CO o de HC predeterminado de fallo del DOC 40, permite ventajosamente una determinación complementaria de un fallo del DOC 40. Según este modo de realización, la línea de escape 20 puede, entonces, estar provista de un sensor complementario.

35 En un mismo objetivo de fiabilidad del procedimiento de diagnóstico propuesto, el procedimiento puede comprender además la medición del ratio NO2/NOx aguas arriba del sistema SCR 60 y aguas abajo del DOC 40. Esta medición, cuando pasa por debajo del umbral de NO2/NOx predeterminado de fallo del DOC 40 permite ventajosamente una mejor determinación de un fallo del DOC 40. Según este modo de realización, la línea de escape 20 puede entonces estar provista de un sensor complementario.

40 Siempre dentro de este objetivo de fiabilidad, el procedimiento puede comprender además la medición o la estimación de la tasa de conversión de los NOx en NO2 por el DOC 40. Esta medición o esta estimación, cuando pasa por debajo de un umbral de la tasa de conversión característica de fallo del DOC, permite ventajosamente una mejor determinación de un fallo del DOC 40. Según este modo de realización, la línea de escape 20 puede entonces estar provista de un sensor complementario.

45 Todavía en este objetivo de fiabilidad, el procedimiento puede comprender además la medición del consumo de O2 por el DOC 40. Esta medición, cuando pasa por debajo de un umbral de consumo de O2 predeterminado de fallo del DOC 40, permite ventajosamente una mejor determinación de un fallo del DOC 40. Según este modo de realización, la línea de escape 20 puede entonces estar provista de un sensor complementario.

50 Todavía dentro de este objetivo de fiabilidad, el procedimiento puede comprender además la medición o la estimación del exotermo del DOC 40. Esta medición o esta estimación, cuando no está conforme con un umbral predeterminado de fallo del DOC, permite ventajosamente una mejor determinación de un fallo del DOC 40. La no conformidad del exotermo con respecto a un umbral predeterminado de fallo puede corresponder a la disminución del exotermo del DOC 40 a causa de su envejecimiento. De este modo, una mejor determinación del fallo del DOC 40 es posible cuando el exotermo medido o estimado del DOC 40 pasa por debajo de un umbral de temperatura predeterminado de fallo del DOC 40. La no conformidad del exotermo con respecto a un umbral predeterminado de fallo puede corresponder también a la disminución del aumento de temperatura del DOC 40 durante una puesta en funcionamiento de la línea de escape 20. De este modo, es posible una mejor determinación del fallo del DOC 40 cuando la velocidad de aumento de la temperatura del DOC 40 pasa por debajo de un umbral de aumento de temperatura predeterminado de fallo del DOC 40. Según si el exotermo es medido o estimado, la línea de escape 20 puede estar provista de un sensor complementario.

Con referencia a las figuras 1 y 2, la línea de escape 20 puede comprender un inyector 62 de urea aguas arriba del sistema SCR 60. De este modo, el procedimiento propuesto puede también comprender la inyección de urea aguas arriba del sistema SCR 60. La urea corresponde a un reductor SCR igualmente conocido bajo el nombre de AUS32.

5 La invención se refiere también a un vehículo automóvil. El vehículo automóvil comprende entonces el motor de combustión interna 80, la línea de escape 20 de los gases del motor de combustión interna 80 y el ordenador de diagnóstico de la línea de escape 20 descritos anteriormente. Con referencia a las figuras 1 y 2, la línea de escape 20 comprende también un sensor 64 de la tasa de NOx. El ordenador lleva a cabo ventajosamente el procedimiento de diagnóstico descrito anteriormente. La puesta en práctica del procedimiento de diagnóstico anterior para la línea de escape 20 es posible mientras que la línea de escape 20 puede no comprender un sensor entre el DOC 40 y el sistema SCR 60.

El procedimiento propuesto comprende ventajosamente la señalización del fallo del DOC 40. Esta señalización está entonces destinada al usuario del vehículo que comprende la línea de escape 20 o al usuario del motor de combustión interna 80.

15 Otro modo de realización del procedimiento según la invención se describe a continuación en vista de las figuras 1, 3, 4, 6 y 7, no estando repetidas las características comunes a las dos variantes a efectos de concisión. Se propone un procedimiento de diagnóstico de fallo de un sistema en una línea de escape. El diagnóstico está previsto para ser llevado a cabo en una línea de escape para los gases procedentes de un motor de combustión interna. El motor de combustión interna es, con preferencia, un motor diesel. Se hace referencia a la figura 1 descrita anteriormente para ilustrar la presencia de un DOC 40 y un sistema de reducción catalítica selectiva 60 en la línea de escape 20.

20 El procedimiento comprende mediciones de la tasa de óxidos de nitrógeno aguas abajo del sistema SCR 60. Estas mediciones de la tasa de NOx se llevan a cabo a una primera temperatura T1 y a una segunda temperatura T2. T2 es más elevada que T1. En efecto, T1 puede corresponder a una temperatura baja o media de funcionamiento de la línea de escape 20 mientras que T2 puede corresponder a una temperatura elevada de funcionamiento de la línea de escape 20. T1 corresponde entonces con preferencia a una temperatura comprendida entre 150°C y 300°C, mientras que T2 corresponde con preferencia a una temperatura igual o superior a 300°C.

El procedimiento comprende además la determinación de un fallo del DOC 40.

De este modo, debido a la disminución de la eficacia del SCR por el descenso del ratio NO<sub>2</sub>/NOx a temperatura baja y media, es posible determinar un fallo de la línea de escape mediante la medición de la tasa de NOx aguas abajo del sistema SCR 60 a la temperatura T1.

30 Sin embargo, puede ser útil discriminar, entre el DOC 40 y el sistema SCR 60, cuál es el órgano que falla.

En el caso en que el DOC 40 está fallando mientras que la línea de escape 20 está sometida a una temperatura elevada, la disminución del ratio NO<sub>2</sub>/NOx aguas abajo del DOC 40 a causa de su fallo, no implica una disminución significativa de la eficacia del tratamiento de los NOx por el sistema SCR 60. En efecto, según la figura 3, la disminución de la eficacia del tratamiento de los NOx por el sistema SCR 60 es mucho más baja para una temperatura elevada del sistema SCR 60 que para las temperaturas baja y media del sistema SCR 60. La figura 6 muestra un histograma de la eficacia del tratamiento de los NOx en función del ratio NO<sub>2</sub>/NOx a T1 y T2. Este histograma pone también en evidencia que la disminución de eficacia del tratamiento de los NOx en función del ratio NO<sub>2</sub>/NOx no es significativa más que a la temperatura T1, y no a la temperatura T2. De este modo, a las temperaturas usuales (T1), la eficacia del tratamiento de los NOx por el sistema SCR 60 es dependiente del ratio NO<sub>2</sub>/NOx mientras que ésta no lo es más a las temperaturas elevadas (T2).

A la inversa, en el caso en que el sistema SCR está fallando, la eficacia del tratamiento de los NOx disminuye aguas abajo del sistema SCR 60 cualquiera sea la temperatura del sistema SCR 60.

En otros términos, puede determinarse un fallo del DOC cuando:

- 45 • a la primera temperatura T1, la tasa de NOx medida corresponde a una insuficiencia de funcionamiento del sistema SCR 60; y cuando
- a la segunda temperatura T2, la tasa de NOx medida no corresponde a una insuficiencia de funcionamiento del sistema SCR 60.

50 Cuando la tasa de NOx medida no corresponde a una insuficiencia de funcionamiento del sistema SCR 60, esto significa que la tasa de NOx medida corresponde a un funcionamiento satisfactorio del sistema SCR 60, es decir, a un funcionamiento normal del sistema SCR 60.

Se puede determinar que las tasas de NOx medido aguas abajo del sistema SCR 60 corresponden o no corresponden a una insuficiencia del sistema SCR 60 según por lo menos uno de los dos modos de determinación siguientes.

A una temperatura dada, T1 ó T2, la insuficiencia de funcionamiento del sistema SCR 60 puede corresponder, por ejemplo, a una tasa de óxidos de nitrógeno medida que sobrepasa un umbral de óxidos de nitrógeno predeterminado de fallo. El umbral de óxidos de nitrógeno predeterminado de fallo depende, con preferencia, de la temperatura, T1 ó T2, de la medición de la tasa de NOx con la cual se compara el umbral.

- 5 A una temperatura dada, T1 ó T2, la insuficiencia de funcionamiento del sistema SCR 60 puede todavía ser identificada por medio de un cálculo de la tasa de conversión de los NOx por el órgano SCR 60. El cálculo de la tasa de conversión de los NOx por el sistema SCR 60 se efectúa a partir de la tasa de NOx medida y de una tasa de NOx aguas arriba del sistema SCR 60. La tasa de NOx aguas arriba del sistema SCR 60 puede obtenerse con la ayuda de un sensor dedicado o con la ayuda de un modelo de tasa de NOx aguas arriba del sistema SCR 60. La tasa de NOx aguas arriba del sistema SCR 60, de este modo, es medida o estimada, y permite, con la tasa de NOx medida aguas abajo, el cálculo de la tasa de conversión de los NOx por el sistema SCR 60. De este modo, una insuficiencia de funcionamiento puede corresponder a una tasa calculada de conversión de los NOx que pasan por debajo de un umbral de la tasa de conversión predeterminado de fallo. El umbral de tasa de conversión de fallo depende, con preferencia, de la temperatura T1 ó T2, de la medición de la tasa de NOx con la cual se calcula la tasa de conversión.
- 10
- 15 Los dos modos anteriores de correspondencia entre la tasa de NOx medida y la insuficiencia de funcionamiento del sistema SCR 60 pueden llevarse a cabo simultáneamente por el procedimiento propuesto. De este modo, a una temperatura dada, la tasa de NOx medida puede no corresponder a una insuficiencia de funcionamiento del sistema SCR 60 cuando:
- el umbral de tasa de NOx predeterminado de fallo no es sobrepasado por la tasa de NOx medido; y / o
  - el umbral de tasa de conversión predeterminado de fallo no sobrepasa la tasa de conversión calculada a partir de la tasa de NOx medida.
- 20

En otros términos, el procedimiento propuesto permite diagnosticar un fallo del DOC 40 no directamente mediante la disminución de la eficacia del tratamiento de los HC y CO, sino indirectamente, mediante las emisiones de NOx aguas abajo del sistema SCR 60.

- 25 Así pues, en referencia a las figuras 1, un sensor de NOx 64 aguas abajo del SCR es impuesto por un ordenador a bordo de diagnóstico de la disminución de los NOx (no representado). El ordenador a bordo de diagnóstico de la disminución de los NOx es un ordenador de diagnóstico a bordo, más conocido bajo el nombre de ordenador OBD (abreviación proveniente de la expresión inglesa on board diagnostics).

- 30 La puesta en práctica del procedimiento propuesto por este mismo ordenador a bordo no genera la necesidad de un sensor complementario, al contrario que las soluciones conocidas. Sin necesidad de un sensor complementario, la línea de escape 20 para la cual se aplica el procedimiento de diagnóstico propuesto, es por lo tanto más simple.

Además, la utilización de la medición de NOx aguas abajo del sistema SCR permite obtener una fiabilidad mayor del procedimiento propuesto con respecto al procedimiento de diagnóstico basado en un modelo estimativo de la tasa de NOx aguas abajo del sistema SCR.

- 35 En definitiva, la invención permite la obtención de un procedimiento fiable de diagnóstico de fallo de un sistema de descontaminación en una línea de escape, manteniéndose la línea de escape con una concepción simple.

- La invención se refiere también a un vehículo automóvil. El vehículo automóvil comprende entonces el motor de combustión interna 80, la línea de escape 20 de los gases del motor de combustión interna 80 y el ordenador de diagnóstico de la línea de escape 20, descritos anteriormente. Con referencia a la figuras 1, la línea de escape 20 comprende también el sensor 64 de la tasa de NOx. El ordenador lleva a cabo ventajosamente el procedimiento de diagnóstico descrito anteriormente. La puesta en práctica del procedimiento de diagnóstico anterior para la línea de escape 20 es posible mientras que la línea de escape 20 puede no comprender un sensor, particularmente un sensor de NOx, entre el DOC 40 y el sistema SCR 60.
- 40

- 45 Las diferentes mediciones a T1 y T2 de la tasa de NOx pueden realizarse durante diferentes fases de funcionamiento de la línea de escape 30 y del motor 80. De este modo, durante una fase de funcionamiento a temperatura baja o mediana, puede memorizarse una primera medición de la tasa de NOx a T1 por el ordenador. La segunda medición de la tasa de NOx a T2 es efectuada cuando la línea de escape 20 y el motor 80 están en una fase de funcionamiento a temperatura elevada.

- 50 Cuando la línea de escape 20 comprende por lo menos una sonda de temperatura (no representada), la determinación de las fases de funcionamiento a temperatura baja o media y a temperatura elevada puede ser efectuada por medición. Por lo menos una de las temperaturas T1 y T2 corresponde entonces a una temperatura medida por la sonda de temperatura. Se prefiere que la sonda de temperatura esté presente dentro de la línea de escape 20 para la realización de otras funciones además del diagnóstico de fallo, limitando de este modo los costes de concepción de la línea de escape.



Cuando la línea de escape 20 está desprovista de sonda de temperatura al nivel del sistema SCR 60, por lo menos una de las temperaturas para las cuales se realizan las mediciones de la tasa de NOx puede ser estimada en lugar de ser medida. De este modo, T1 y / o T2 corresponden entonces a temperaturas estimadas en el momento de la realización de la medición de la tasa de NOx aguas abajo del sistema SCR 60. La estimación es realizada entonces por un modelo de temperatura de la línea de escape 20. El modelo de temperatura utilizado está basado ventajosamente en uno por lo menos de los parámetros del grupo de parámetros consistente en:

- 5
- el régimen del motor 80;
- el par del motor 80;
- el caudal de combustible del motor 80;
- 10
- la introducción progresiva de combustible del motor 80;
- el caudal de aire del motor 80;
- la tasa de recirculación dentro del motor 80 de los gases 90 a liberarse por la línea de escape 20;
- el sistema de compuertas en la admisión del motor 80;
- la velocidad de un vehículo que comprende el motor 80 y la línea de escape 20; y
- 15
- la posición de un turbocompresor en la admisión del motor 80 que recupera la energía cinética de los gases 90 a liberarse por la línea de escape 20.

Un modelo de temperatura como tal está basado entonces en parámetros al nivel del motor 80 que son utilizados tradicionalmente para otras funciones diferentes que el diagnóstico de fallo de la línea de escape 20. Esto permite generar una sinergia que disminuye los costos de concepción y la complejidad del motor 80, de la línea de escape 20 así como del vehículo automóvil que los comprende. Además, este modelo de temperatura permite no requerir la presencia de un sensor de temperatura específicamente previsto para la medición de la temperatura del sistema SCR 60.

El procedimiento propuesto puede también permitir determinar el fallo del sistema SCR 60 cuando, a T1 y a T2, las tasas de óxidos de nitrógeno medidas corresponden ambas a una insuficiencia de funcionamiento del sistema SCR. En efecto, en el caso en que es el sistema SCR 60 el que está fallando, la disminución de la eficacia del tratamiento de los NOx por el sistema SCR 60 es sustancia cualquiera sea la temperatura del sistema SCR 60.

En otros términos, la realización de la medición de la tasa de NOx a las temperaturas elevadas (T2) en que la SCR es independiente del ratio NO2/NOx, luego la correspondencia o no de esta medición con una insuficiencia de funcionamiento del sistema SCR 60, permiten despejar la incertidumbre. Si no se determina más la insuficiencia de funcionamiento del sistema SCR 60 a temperaturas elevadas (T2), entonces el sistema SCR 60 funciona correctamente y por lo tanto es el DOC 40 el que está en juego. Si se determina la insuficiencia de funcionamiento del sistema SCR 60 siempre a las temperaturas elevadas (T2), entonces el sistema SCR 60 está en juego. De este modo, puede determinarse el fallo del sistema SCR 60 cuando las tasas de óxidos de nitrógeno medidos a T1 y a T2 sobrepasan cada una los respectivos umbrales de óxidos de nitrógeno predeterminados de fallo a T1 ó T2. El fallo del sistema SCR 60 puede ser determinado de este modo cuando las tasas de conversión de los NOx, calculadas a partir de las tasas de NOx medidas a T1 y T2 pasan cada una por debajo de los respectivos umbrales de tasa de conversión predeterminadas de fallo a T1 ó T2.

La distinción de un defecto debido al DOC 40 o debido al sistema SCR 60 permite no tener que cambiar los dos sistemas en el servicio postventa.

El procedimiento propuesto comprende ventajosamente la señalización del fallo del DOC 40 y / o del sistema SCR 60. Esta señalización está entonces destinada al usuario del vehículo que comprende la línea de escape 20 o al usuario del motor de combustión interna 80. Pudiendo realizarse la distinción de un defecto debido al DOC 40 o debido al sistema SCR 60 sobre el motor en funcionamiento, la señalización del origen del fallo puede ser indicada directamente al usuario incluso antes de su paso por el servicio postventa.

Después de la determinación de una disminución de la eficacia del tratamiento de los NOx por la medición de las tasas de NOx a las temperaturas usuales (T1), puede considerarse mejorar la discriminación entre el DOC 40 y el sistema SCR 60.

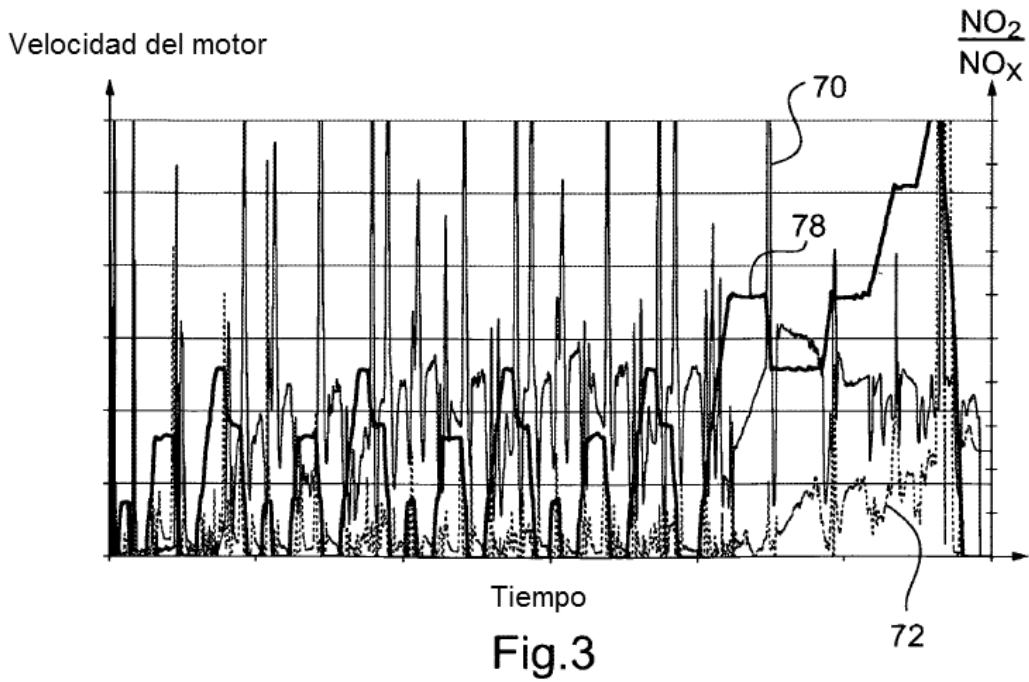
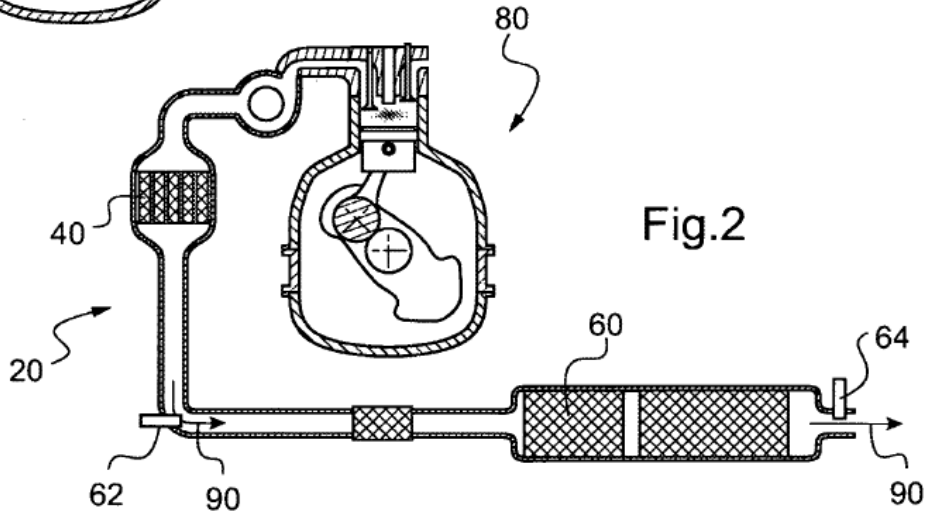
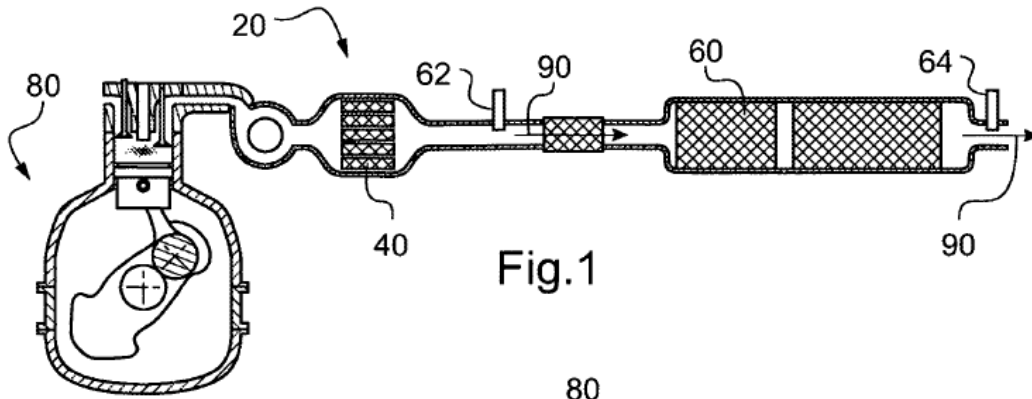
De este modo, en el caso en el que están presentes dos sondas de temperatura aguas arriba y aguas abajo del DOC 40 en la línea de escape 20, el procedimiento puede comprender el estudio del DOC 40 mediante el exotermo que éste genera. En efecto, durante el envejecimiento del DOC 40, el exotermo que éste genera disminuye. Esta disminución del exotermo es visible sobre la figura 7 que representa un gráfico que compara la evolución de la diferencia de temperatura entre aguas arriba y aguas abajo del DOC 40 para un DOC nuevo (54) y un DOC antiguo

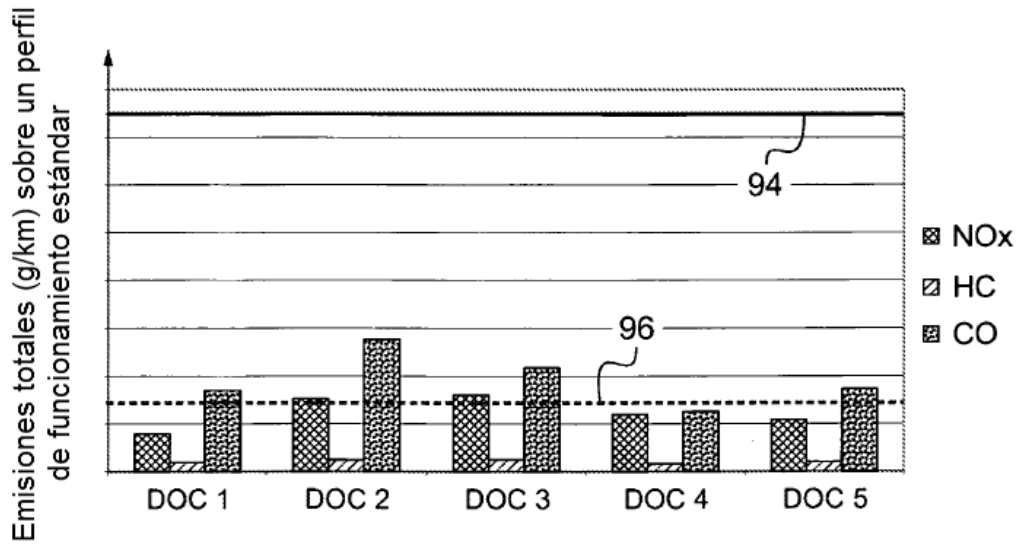
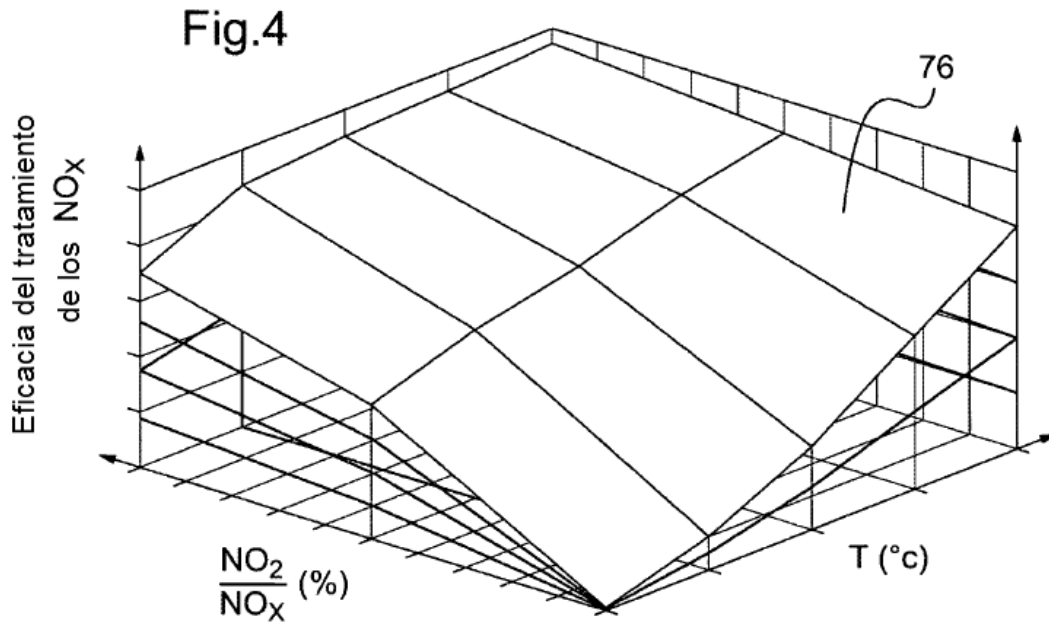
- 5 (56). Las curvas de las diferencias de temperatura 54 y 56 se obtienen cuando el motor 80 experimenta un perfil de funcionamiento estándar representado por la curva 58 correspondiente a la velocidad del vehículo que comprende el motor 80. El estudio del DOC 40 mediante el exotermo que éste genera es también posible comparando la velocidad de aumento de temperatura del DOC 40 con una velocidad de aumento de temperatura predeterminada de referencia. La velocidad de aumento de temperatura del DOC 40 disminuye con el envejecimiento del DOC 40.
- El estudio del DOC 40 por su exotermo puede también estar previsto en el caso en el que sólo está presente una sonda de temperatura en la línea de escape 20. En este caso, es ventajoso colocarla en un punto de funcionamiento conocido para determinar la disminución del exotermo del DOC 40.
- 10 En el caso en que están presentes, por otra parte, sondas de temperatura en la línea de escape 20, el procedimiento puede comprender también el estudio del DOC 40 con la ayuda de modelos de envejecimiento del DOC 40. Un modelo como tal consiste en el registro de la térmica vista por el sistema SCR 60 y por el DOC 40 en el transcurso de la vida del vehículo. De este modo, el defecto puede ser atribuido al sistema cuyo modelo de envejecimiento sea el más afectado.
- 15 Este procedimiento puede comprender también el estudio del DOC 40 por medio del consumo de O<sub>2</sub> por el DOC 40. En efecto, durante el envejecimiento del DOC 40, su consumo de oxígeno utilizado para tratar los contaminantes disminuye. Un estudio como tal es posible cuando está presente en la línea de escape 20 una sonda de O<sub>2</sub> aguas arriba del DOC 40. Sin embargo, el sensor de NO<sub>x</sub> 64 puede igualmente permitir conocer la concentración de oxígeno, en particular si se coloca sobre un punto de funcionamiento conocido.

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de diagnóstico de un catalizador de oxidación (40) en una línea de escape (20) de gases (90) procedente de un motor de combustión interna (80), comprendiendo la línea de escape (20) un sistema de reducción catalítica selectiva (60) aguas abajo del catalizador de oxidación (40) según el sentido de escape de los gases, estando caracterizado el procedimiento por que éste comprende:
- 5
- la medición de la tasa de óxidos de nitrógeno aguas abajo del órgano de reducción catalítica selectiva (60) según el sentido de escape de los gases (90) mediante un único sensor de NOx (64) dispuesto aguas abajo del sistema de reducción catalítica selectiva;
  - la determinación de un fallo del catalizador de oxidación (40) en función de la tasa de óxidos de nitrógeno medida, determinándose el fallo del catalizador de oxidación (40) cuando la tasa de óxidos de nitrógeno medida sobrepasa un umbral de óxidos de nitrógeno predeterminado de fallo del catalizador de oxidación (40);
  - la señalización del fallo del catalizador de oxidación (40).
- 10
2. El procedimiento de diagnóstico según la reivindicación 1, caracterizado por que éste comprende, a partir de la tasa medida de óxidos de nitrógeno, el cálculo de la tasa de conversión de los óxidos de nitrógeno por el sistema de reducción catalítica selectiva (60), determinándose el fallo del catalizador de oxidación (40) cuando la tasa de conversión del sistema de reducción catalítica selectiva (60) pasa por debajo de un umbral de la tasa de conversión predeterminado del catalizador de oxidación (40).
- 15
3. El procedimiento de diagnóstico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que este comprende:
- 20
- la medición de la tasa de monóxido de carbono o de la tasa de hidrocarburos aguas arriba del sistema de reducción catalítica selectiva (60) y aguas abajo del catalizador de oxidación (40) según el sentido de escape de los gases (90); y
  - la determinación de un fallo del catalizador de oxidación (40) cuando la tasa medida de monóxido de carbono o de hidrocarburos sobrepasa un umbral de monóxido de carbono o de hidrocarburos predeterminado de fallo del catalizador de oxidación (40).
- 25
4. El procedimiento de diagnóstico según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que este comprende:
- la medición del consumo de dióxigeno por el catalizador de oxidación (40); y
  - la determinación de un fallo del catalizador de oxidación (40) cuando el consumo medido pasa por debajo de un umbral de consumo de dióxigeno predeterminado de fallo del catalizador de oxidación (40).
- 30
5. El procedimiento de diagnóstico según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que este comprende:
- la medición o la estimación del exotermo generado por el catalizador de oxidación (40); y
  - la determinación de un fallo del catalizador de oxidación (40) en función del exotermo medido o estimado.
- 35
6. El procedimiento de diagnóstico según la reivindicación 1, caracterizado por que éste comprende las mediciones a una primera temperatura (T1) y a una segunda temperatura (T2) de la tasa de óxidos de nitrógeno aguas arriba del sistema de reducción catalítica selectiva (60) según el sentido de escape de los gases (90), siendo la segunda temperatura (T2) más elevada que la primera temperatura (T1); y la determinación de un fallo del catalizador de oxidación 40 cuando:
- 40
- a la primera temperatura (T1), la tasa de óxidos de nitrógeno medida corresponde a una insuficiencia de funcionamiento del sistema de reducción catalítica selectiva (60); y cuando
  - a la segunda temperatura (T2), la tasa de óxidos de nitrógeno medida no corresponde a una insuficiencia de funcionamiento del sistema de reducción catalítica selectiva (60).
- 45
7. El procedimiento de diagnóstico según la reivindicación anterior, caracterizado por que por lo menos una entre las primera y segunda temperaturas (T1, T2) es una temperatura medida al nivel del sistema de reducción catalítica selectiva (60).
8. El procedimiento de diagnóstico según la reivindicación 6 ó 7, caracterizado por que por lo menos una entre las primera y la segunda temperaturas (T1, T2) es una temperatura estimada del sistema de reducción catalítica selectiva (60), siendo realizada la estimación por un modelo de temperatura de la línea de escape (20).

- 5 9. El procedimiento de diagnóstico según la reivindicación anterior, caracterizado por que el modelo de temperatura está basado en por lo menos uno de los parámetros del grupo de parámetros consistente en: el régimen del motor (80); el par del motor (80); el caudal de combustible del motor (80); la introducción progresiva de combustible del motor (80); el caudal de aire del motor (80); la tasa de recirculación dentro del motor (80) de los gases (90) que se liberarán por la línea de escape (20); el sistema de compuertas en la admisión del motor (80); la velocidad de un vehículo que comprende el motor (80) y la línea de escape (20); y la posición de un turbocompresor en la admisión del motor (80) que recupera la energía cinética de los gases (90) a liberarse por la línea de escape (20).
- 10 10. El procedimiento de diagnóstico según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado por que este comprende la determinación de un fallo del sistema de reducción catalítica selectiva (60) cuando, a la primera temperatura (T1) y a la segunda temperatura (T2) las tasas de óxidos de nitrógeno medidas corresponden a una insuficiencia de funcionamiento del sistema de reducción catalítica selectiva (60).
- 15 11. El procedimiento de diagnóstico según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, caracterizado por que en por lo menos una entre las primera y segunda temperaturas (T1, T2), la tasa de óxidos de nitrógeno medida corresponde a una insuficiencia de funcionamiento del sistema de reducción catalítica selectiva (60) cuando la tasa de óxidos de nitrógeno medida sobrepasa un umbral de óxidos de nitrógeno predeterminado de fallo.
- 20 12. El procedimiento de diagnóstico según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11, caracterizado por que en por lo menos una entre las primera y segunda temperaturas (T1, T2), el procedimiento comprende el cálculo de la tasa de conversión de los óxidos de nitrógeno por el sistema de reducción catalítica selectiva (60) a partir de la tasa de óxidos de nitrógeno medida, correspondiendo la tasa de óxidos de nitrógeno medida a por lo menos una entre las primera y segunda temperaturas (T1, T2) a una insuficiencia de funcionamiento del sistema de reducción catalítica selectiva (60) cuando la tasa de conversión de los óxidos de nitrógeno calculada pasa por debajo de un umbral de la tasa de conversión predeterminada de fallo.





**Fig.5**

Eficacia del  
tratamiento  
de los NOx

Fig.6

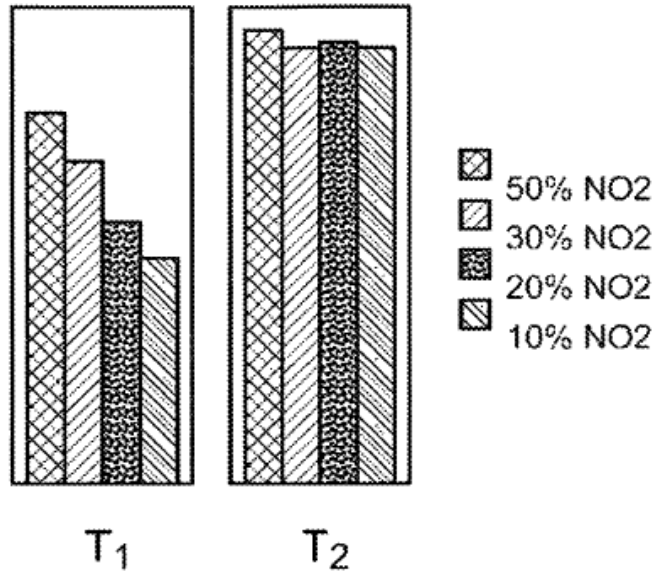


Fig.7

