

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 837**

51 Int. Cl.:

G01N 21/53 (2006.01)

G01N 33/00 (2006.01)

G01N 21/05 (2006.01)

G01N 21/03 (2006.01)

G01N 21/3504 (2014.01)

G01M 15/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2014 E 14168055 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2015 EP 2803976**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento de medida de la opacidad y de los óxidos de nitrógeno en los gases de escape**

30 Prioridad:

14.05.2013 FR 1354325

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

09.02.2016

73 Titular/es:

**CAPELEC SARL (100.0%)
1130, rue des Marels Parc Eureka
34000 Montpellier, FR**

72 Inventor/es:

**COTON, THIERRY;
BACHER, CHRISTIAN;
DUCROS, NICOLAS;
MARTINES, NILS y
PETELET, GEORGES**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 558 837 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

Dispositivo y procedimiento de medida de la opacidad y de los óxidos de nitrógeno en los gases de escape

5 La presente invención pertenece al campo del control de las emisiones contaminantes por un vehículo automóvil con motor térmico, y más particularmente al campo de los dispositivos de medida de las materias contaminantes presentes en los gases emitidos por la línea de escape.

10 Tiene como objeto un dispositivo de medida que permite realizar unas medidas combinadas del contenido de óxidos de nitrógeno (o NOx) en los gases de escape, y de su opacidad que es representativa del contenido de partículas.

15 Un motor térmico emite durante su funcionamiento diversos contaminantes, de los cuales unas partículas sólidas de diferentes tamaños, mayoritariamente unas partículas de hollín responsables de la formación de los humos negros (también llamados Black Carbon). El flujo gaseoso emitido comprende igualmente diferentes moléculas en el estado gaseoso de las que la nocividad requiere el control estricto. Son en particular los óxidos de nitrógeno, ya se trate de monóxido de nitrógeno NO o de dióxido de nitrógeno NO₂.

20 Es por eso que la legislación que obligaba desde hace mucho tiempo a reducir las emisiones de humo negro por los motores Diésel, va a imponer a partir de ahora igualmente el control del nivel de los NOx a la salida de escape. Para respetar las nuevas normas Euro 5 y Euro 6, todos los vehículos nuevos están equipados de ahora en adelante con un filtro de partículas.

25 El control del contenido de partículas emitidas en los gases de escape se efectúa habitualmente mediante opacimetría, que consiste en medir la opacidad (inversa de la transparencia) de los gases procedentes de la combustión de los motores Diésel. Los centros de control técnico y los talleres utilizan unos opacímetros que responden a las normas actualmente en vigor.

30 Los opacímetros están constituidos habitualmente por una cámara de medida en la que circulan los gases de escape. La cámara está provista de una fuente luminosa en un extremo y de un receptor en el otro extremo. La intensidad del haz luminoso que atraviesa la cámara cuando está llena del gas del que se mide opacidad, decrece en proporción a la opacidad de los gases, es decir de su coeficiente de absorción de conformidad con la ley de Beer-Lambert, que se enuncia mediante la relación:

$$I_R / I_S = e^{-K \cdot L}$$

35 de donde se deduce la opacidad: $N = 100 (e^{-K \cdot L})$
 con N: opacidad (en %)
 K: coeficiente de absorción (en m⁻¹)
 L: longitud de gas de escape atravesado por el haz luminoso (en m)
 40 I_R: intensidad luminosa del emisor
 I_S: intensidad luminosa recibida por el receptor

45 De esta medida de opacidad, es fácil determinar el contenido de partículas de humos negros en el volumen gaseoso, siendo la proporción de luz que alcanza los medios de recepción inversamente proporcional a la tasa de partículas en suspensión en el gas atravesado. Un dispositivo de medida de este tipo se conoce, por ejemplo, por las solicitudes de patente FR-2 703 460 A1 y WO-2011/143304 A2. En Francia, se remitirá a la norma R-10.025.3 que define el proceso de control de la opacidad de los gases de escape.

50 En el transcurso de los veinte últimos años, las legislaciones han endurecido los límites de las emisiones de los vehículos nuevos: división por 15 de las emisiones NOx y por 35 de las emisiones de partículas entre la norma Euro 1 (1993) y Euro 6 (2014). Las nuevas normas exigen, sin embargo, un salto cuantitativo importante en la precisión de las medidas realizadas, lo que es difícilmente realizable con los equipos actuales que no están adecuados desde el punto de vista de la precisión, de la sensibilidad y del nivel mínimo que debe detectarse en relación con una gama de medida más escasa compatible con las nuevas legislaciones de emisión. En cualquier caso, las emisiones de
 55 NOx solo se controlaban hasta ahora en los motores de gasolina.

La medida de óxidos de nitrógeno en los gases de escape (de los motores de gasolina) se hace por su parte habitualmente con la ayuda de un sensor electroquímico. Su principio se basa en la medida de la cantidad de oxígeno producida por la reducción de los NOx con la ayuda de un catalizador adecuado. Los NOx deben, en primer
 60 lugar, conducirse mediante bombeo y separarse del resto de los gases mediante filtrado. Los sensores electroquímicos estándar deben sustituirse regularmente y debe hacerse cada vez una calibración con un gas patrón, lo que requiere un material específico (botellas de gas patrón, manómetro, reguladores de presión, u otro). Esta medida no se practica para los motores Diésel.

65 Puede utilizarse otro método, basado en una detección de la absorción de los NOx en el infrarrojo. Requiere

conducir el flujo gaseoso hasta un analizador que comprende una célula de detección acoplada a una célula de referencia que contiene el o los gases puros. Se requiere una calibración regular con un gas patrón. Esta tecnología se emplea poco debido a las interferencias relacionadas con la humedad de los gases.

5 Además de los inconvenientes inherentes a cada uno de los métodos de medida expuestos más arriba, ha aparecido un nuevo desafío debido a que los dos tipos de contaminantes deben reducirse de manera conjunta. De hecho, si la legislación anteriormente en vigor preveía una sencilla medida de la opacidad para determinar el buen funcionamiento del vehículo y su respeto del entorno, a partir de ahora impone igualmente el control de las emisiones de óxidos de nitrógeno. Al mismo tiempo, las normas de emisión que fijan los límites máximos de residuos
10 contaminantes serán mucho más estrictas lo que exige una aparellaje de precisión incrementada. Por ejemplo, entre 2000 y 2014, para la homologación de los vehículos por los fabricantes, la tasa admitida de NOx emitido ha pasado de 0,5 g/km a 0,08 g/km para los motores de gasolina, y de 0,15 g/km a 0,06 g/km para los motores Diésel. Asimismo, la tasa máxima de partículas es a partir de ahora de 0,005 g/km, esto es, diez veces menos que en 2000 para los Diésel, mientras que no estaba regulada para los motores de gasolina.

15 Por lo tanto, se hace necesario llevar a cabo una lucha simultánea y conjunta contra estos dos tipos de contaminantes.

20 Ahora bien, las exigencias de descontaminación en lo que se refiere respectivamente a las partículas y a los óxidos de nitrógeno son contradictorias, en la medida en que la mayoría de los motores Diésel está equipada con un dispositivo de reducción de las emisiones contaminantes, llamado válvula RGE para "recirculación de los gases de escape" (o EGR para "exhaust gas recirculation"), que tiene como función disminuir los residuos de óxidos de nitrógeno, pero haciendo esto aumenta la producción de partículas. Este sistema, que satisface a menor coste las normas europeas, consiste en redirigir una parte de los gases de escape de los motores de explosión al colector de
25 admisión. Tiene como efecto que ralentiza la combustión de la mezcla y absorbe una parte de las calorías, lo que disminuye la temperatura de combustión. Además, limita la presencia de oxígeno en el cilindro.

30 Estos dos efectos conllevan ciertamente una disminución de los óxidos de nitrógeno en los gases emitidos, pero siendo la combustión menos impulsada, las partículas sólidas están menos degradadas. Para encontrar un término medio entre la disminución de los óxidos de nitrógeno y el aumento de partículas, los gases reinyectados se enfrían. El hecho de bajar la temperatura de los gases reinyectados disminuye la producción de los NOx para la misma tasa de recirculación de los gases (misma apertura de la válvula RGE). Puede predefinirse un equilibrio, mediante pilotaje de la apertura o del cierre de la válvula RGE en función del régimen del motor (aceleración libre o escasa carga) sin control de la emisión efectiva de los NOx, de conformidad con las normas llamadas Euro 5.

35 También puede buscarse permanentemente en función de los diferentes regímenes de funcionamiento del motor y de las emisiones de NOx detectadas en la línea de escape, gracias a un sistema de diagnóstico integrado a bordo, más conocido con el nombre de OBD (para On Board Diagnostic) en los Estados Unidos y de EOBD en Europa. El sistema está diseñado para recibir unas informaciones sobre el funcionamiento del motor térmico y sobre las emisiones de contaminantes, a partir de las que manda a los medios de regulación del conjunto de los componentes del motor térmico que afectan a las emisiones de contaminantes durante su funcionamiento. En este caso, la cantidad de óxidos de nitrógeno emitida se detecta en continuo mediante una sonda NOx a la altura de la línea de escape y esta medida física se utiliza por el calculador de a bordo para mandar la apertura o el cierre de la válvula RGE.
40

45 Por lo tanto, es imperativo considerar el contenido de partículas simultáneamente al contenido de óxidos de nitrógeno y operar un balance entre estos dos contenidos que evolucionan de manera diferente durante el funcionamiento del motor térmico. En este contexto, se hace primordial poder medir, durante los controles técnicos de los vehículos, a la vez los contenidos de óxido de nitrógeno y de partículas sólidas, al mismo tiempo y sobre un mismo volumen gaseoso desprendido en un régimen dado del motor.
50

Los dispositivos de medida de opacidad y los dispositivos de medida de los NOx utilizados actualmente por los fabricantes de automóviles para la homologación de los vehículos no están adaptados a la medida en todos los vehículos, concretamente los vehículos con motor Diésel, en los talleres y los centros de control técnico. Realizan en el mejor de los casos dos medidas separadas, sobre unos gases emitidos sucesivamente. No permiten efectuar las medidas de contenido de partículas y de óxidos de nitrógeno sobre un mismo volumen gaseoso. Por ello, las medidas no están correlacionadas, y los resultados obtenidos no pueden dar una información fiable en el marco del control técnico.
55

60 Por lo tanto, la presente invención tiene como objetivo ofrecer una tecnología que permita efectuar simultáneamente una medida de opacidad (representativa del contenido de partículas de los humos negros) y una medida de contenido de óxidos de nitrógeno sobre una misma fracción gaseosa extraída a partir de una línea de escape de un vehículo automóvil, esto con una precisión que responde a las normas de contaminación más recientes.

65 Otro objetivo de la invención es responder a las normas que se hacen cada vez más severas y que exigen una medida cada vez más precisa sobre unos contenidos de contaminantes cada vez más escasos. El dispositivo deberá

permitir proporcionar una medida de opacidad adaptada a los niveles de emisión de los motores térmicos, concretamente de los motores Diésel, con una precisión mejorada. Igualmente, la medida de los NOx debe realizarse en el entorno agresivo de los gases de escape (ensuciamiento, temperatura), sin degradación del dispositivo ni pérdida de sensibilidad.

5 Un objetivo de la invención también es permitir controlar el funcionamiento correcto del motor térmico y de sus sistemas de descontaminación de los gases de escape en función de estos dos contenidos simultáneamente determinados. En particular, se busca la posibilidad de determinar si un sistema anticontaminación falla, mediante asociación, comparación o cotejo de las medidas de opacidad y de contenido de óxidos de nitrógeno a la salida de escape, con unas informaciones extraídas a partir del sistema electrónico de diagnóstico integrado a bordo (EOBD u OBD).

De manera consecuente, esta medida debe poder realizarse con un tiempo de respuesta muy corto, inferior a un segundo, para permitir una interacción eficaz y rápida con el sistema electrónico de a bordo.

15 Para responder al conjunto de estas exigencias, se ha diseñado un dispositivo que permite efectuar simultáneamente sobre una misma fracción gaseoso que proviene de la línea de escape de un vehículo automóvil, una medida de opacidad y una medida del contenido de dióxidos de nitrógeno, y esto con un tiempo de reacción extremadamente corto.

20 Más precisamente, la presente invención tiene como objeto un dispositivo de medida simultánea de la opacidad y del contenido de óxidos de nitrógeno de un gas de escape de un vehículo automóvil con motor térmico, comprendiendo el dispositivo un recinto con pared tubular de longitud L_r determinada, cerrado en sus extremos, que presenta un conducto de entrada y al menos un conducto de salida para la circulación de dicho gas en el recinto, comprendiendo el dispositivo:

- a) unos medios de emisión de un haz luminoso que atraviesa el recinto en su longitud, unos medios de recepción de dicho haz luminoso que ha atravesado el recinto, y unos medios de transformación de este en una primera señal eléctrica proporcional a la intensidad luminosa recibida, para dar una medida de la opacidad del gas presente en el recinto,
- b) unos medios de detección de los óxidos de nitrógeno alojados al menos parcialmente en una cavidad habilitada en la pared del recinto, fuera del trayecto de dicho haz luminoso, que suministran una segunda señal eléctrica proporcional a la cantidad de óxidos de nitrógeno detectada, para dar una medida del contenido de óxidos de nitrógeno del gas presente en el recinto, y
- c) unos medios de transmisión a una unidad central y de procesamiento de dichas señales eléctricas primera y segunda.

El término "gas de escape" designa el flujo sustancialmente gaseoso emitido por un motor de combustión. Se trata de una mezcla compleja que contiene tanto unos cuerpos en el estado gaseoso como unas partículas sólidas arrastradas en la corriente de gas. Por convención, se utilizará en lo que sigue este término en singular para designar una mezcla dada emitida en un momento dado y que tiene una composición dada.

45 Durante el control de un vehículo, la línea de escape del motor se deriva hacia el dispositivo de medida, de manera que una fracción al menos del gas de escape penetra en el recinto y circula en este antes de ser evacuada de él. La doble medida de opacidad y de contenido de NOx se realiza sobre una fracción del gas que atraviesa el recinto en un momento dado. El recinto es cómodamente de forma alargada y de sección circular, con un eje longitudinal principal (más adelante designado como el eje del recinto), pero puede adoptar otras formas equivalentes para las funciones buscadas, por ejemplo, adoptar una sección cuadrada. Puede estar equipado con otros órganos situados sobre la estructura tubular de base.

50 Incluye concretamente un conducto de entrada del gas, que está fácilmente unido a la línea de escape durante el funcionamiento del dispositivo, y al menos un conducto de salida para la evacuación del gas. Se entiende que para obtener una medida fiable de la opacidad del medio gaseoso, la circulación del gas debe ser regular y seguir un trayecto bastante largo. Se da prioridad ventajosamente a una posición tan alejada como sea posible entre la entrada y la salida del gas.

60 La opacidad se mide mediante la pérdida de intensidad de un haz luminoso que ha atravesado el volumen gaseoso presente en el recinto en ese momento. De manera conocida, una fuente emisora de luz envía un haz al recinto, que se recibe mediante un receptor. La señal eléctrica generada es proporcional a la opacidad, pero también a la longitud del trayecto óptico a través del gas. Por lo tanto, la longitud L_r del recinto es determinada y fija.

65 El recinto incluye igualmente en su pared un nicho del que la pared delimita una cavidad abierta hacia el volumen interior del recinto. Esta cavidad permite acoger los medios de detección de los óxidos de nitrógeno, o de al menos una parte de estos, de manera que están en contacto con el flujo gaseoso que circula en el recinto sin, no obstante, cortar el haz luminoso e impedir la medida de opacidad.

Las señales eléctricas generadas se transmiten a una unidad central adecuada para transformarlas para dar el valor de opacidad y de contenido de NOx detectados. El hecho de efectuar estas medidas sobre un mismo volumen gaseoso permite asociar un contenido de partículas con un contenido de óxidos de nitrógeno presentes en un gas de escape de composición dada en un momento dado, lo que no sería el caso si estas dos medidas se realizaran separadamente. Esto permite controlar la contaminación de un vehículo automóvil haciendo el balance entre dos contaminantes expulsados, esto es, en el caso presente, las partículas sólidas y los óxidos de nitrógeno.

Según una característica ventajosa del dispositivo de medida objeto de la invención, los medios de emisión y de recepción del haz luminoso están dispuestos en un primer extremo del recinto, y unos medios de reflexión de dicho haz están dispuestos en un segundo extremo del recinto, de manera que el haz luminoso emitido atraviesa dos veces el recinto, según una trayectoria de ida y una trayectoria de retorno, antes de alcanzar los medios de recepción.

Esto presenta la ventaja de duplicar la longitud del trayecto luminoso y, por lo tanto, de realizar una medida de precisión sustancialmente duplicada para un recinto idéntico. De esta manera, el dispositivo puede conservar sus dimensiones estándar, lo que no aumenta el espacio necesario del dispositivo y le conserva su manejabilidad. No obstante, es posible, e incluso interesante, alargar la cámara, ya que en este caso, cada centímetro suplementario contribuye doblemente a incrementar la precisión de la medida.

Según otra característica ventajosa de la invención, el recinto comprende, en la prolongación de dicho al menos un conducto de salida, una toma de aire provista de un ventilador para crear un flujo gaseoso que atraviesa el recinto perpendicularmente a su eje entre dicha toma de aire y dicho conducto de salida. De esta manera, se crea una fluencia laminar que arrastra el gas de escape hacia la salida. Por lo tanto, el ventilador permite hacer pasar un flujo de aire limpio que fija una longitud efectiva de gas atravesado por el haz luminoso para la medida de opacidad.

De conformidad con un modo de realización preferente de la invención, el recinto comprende dos conjuntos, cada uno formado por una toma de aire y por un conducto de salida en prolongación, estando colocados dichos conjuntos a ambos lados de dicho conducto de entrada y definiendo una cámara de circulación de los gases de longitud definida L_c . Por lo tanto, no se requiere recurrir a una bomba para arrastrar el gas a través del recinto hacia la salida del dispositivo. Por ello, el sistema se libra de la utilización de una bomba para la conducción de los gases. La presión de los gases de escape es suficiente para conducir una muestra de gas representativa hasta la cámara de medida.

Según una característica particularmente interesante del dispositivo objeto de la presente invención, la longitud L_c de la cámara de circulación de los gases (gas de escape y aire ambiente) es inferior a la longitud L_r del recinto, incluyendo este en sus extremos primero y segundo respectivamente una primera y una segunda zonas terminales libres de gas de escape. Entonces, se impide que el gas de escape se extienda en los extremos del recinto más allá del flujo laminar. Por ello, los elementos ópticos colocados en los extremos del recinto no sufren ensuciamiento. Ventajosamente, el conducto de entrada del gas sale de una sonda de extracción unida a la línea de escape y desemboca en la cámara de medida a igual distancia del primer y segundo extremo del recinto.

Preferentemente, en el dispositivo de medida según la invención, los medios de reflexión de dicho haz luminoso incluyen un espejo plano colocado perpendicularmente al eje del recinto en dicha segunda zona terminal del recinto. Este espejo devuelve el haz luminoso según la misma trayectoria en el sentido directo y en el sentido de retorno. Está colocado cerca de la pared extrema del recinto sin que se requiera una protección suplementaria.

Cuando los medios de emisión y de recepción están colocados en el primer extremo del recinto, estos pueden coincidir en un dispositivo emisor-receptor integrado. Sin embargo, un dispositivo integrado de este tipo es caro y delicado de implementar desde un punto de vista técnico. Según un modo preferente de realización de la invención, también pueden estar separados, lo que tiene la ventaja de ser menos costoso, con la condición de superar un cierto número de dificultades de diseño y de situación espacial. La presente invención ofrece una solución de fabricación sencilla y de buen precio, con utilización de un espejo plano como elemento reflectante en el segundo extremo del recinto. En este contexto, se propone una disposición de la primera zona terminal del recinto, que está conformada como cajón que incluye unas paredes ortogonales entre sí, en la que se encuentran los medios de emisión y de recepción sobre dos paredes diferentes, así como una lámina separadora que está colocada en un plano orientado a 45° con respecto a dichas dos paredes. Las láminas separadoras son unos objetos conocidos en óptica, que filtran una parte del haz incidente, y reflejan otra parte de este, en una relación constante. De manera original, la lámina lleva a cabo aquí su función separadora tanto en el sentido directo como en el sentido de retorno del haz.

De esta manera, es objeto de la presente invención un dispositivo de medida como se ha descrito más arriba en el que los medios de emisión y de recepción están dispuestos en un cajón habilitado en el primer extremo del recinto, sobre dos paredes de dicho cajón orientadas según unos planos perpendiculares, y una lámina separadora está colocada en un plano orientado a 45° con respecto a dichas dos paredes sobre la trayectoria directa y sobre la trayectoria de retorno del haz luminoso, de manera que cada uno de dichos haces directo y de retorno se separa en un haz transmitido (h_t) y un haz desviado (h_d) de intensidad relativa fija. De esta manera, el haz directo emitido (H_D) se transmite en parte hacia el espejo, y en parte se desvía en una primera dirección, después el haz de retorno (H_R)

reflejado por el espejo, se divide a su vez en una parte transmitida (ht) que queda en la dirección inicial, la del emisor y, por lo tanto, no tiene efecto, y en una parte desviada (hd) en otra dirección que apunta hacia la posición del receptor.

5 Esta disposición puede aprovecharse para realizar un control de la intensidad del haz emitido. Para ello, según un modo particular de realización de la invención, el cajón comprende un receptor de referencia colocado en el eje del haz directo desviado, y unos medios de transformación de este último en una señal eléctrica proporcional a la intensidad luminosa recibida. Siendo constante la relación de intensidad entre el haz transmitido y desviado, cómodamente un 50 %, la intensidad recibida por el receptor de referencia es proporcional a la intensidad del haz
10 directo emitido. Esto permite verificar el estado del emisor para corregir los valores de opacidad, o sustituirlo cuando se requiere.

En un modo de realización ventajoso del dispositivo según la invención, los medios de detección de los óxidos de nitrógeno comprenden un sensor de NOx del que el elemento sensible es a base de cerámica de un óxido metálico,
15 provisto de un par de electrodos que miden una diferencia de potencial o una corriente proporcional a la concentración de NOx en el gas de escape. Este sensor de óxidos de nitrógeno es ventajosamente una sonda llamada de tecnología cerámica. La sonda comprende una primera célula en la que los dióxidos de nitrógeno del gas se transforman en monóxidos de nitrógeno y el oxígeno libre presente en el gas se elimina. En una segunda célula, los monóxidos de nitrógeno se descomponen mediante un electrodo reductor en dinitrógeno y en oxígeno. Entonces,
20 se mide la cantidad de oxígeno producida y da la concentración de los óxidos de nitrógeno inicialmente presentes en el gas.

Un punto innovador del dispositivo descrito aquí es que utiliza para analizar los NOx, una sonda que se ha diseñado y que se utiliza hasta ahora en los sistemas integrados a bordo de descontaminación que equipan a los vehículos.
25 Habitualmente, está colocada en la línea de escape para proporcionar el dato de entrada al bucle de regulación electrónica de los sistemas integrados a bordo. Se ha diseñado para utilizarse en unos entornos muy severos (ensuciamiento, temperatura) como los gases de escape y está adaptada para un empleo en un dispositivo de metrología según la invención, en el que se integra por primera vez.

30 Contrariamente a los métodos competidores que utilizan otras tecnologías de medida, el sistema según la invención se libra de las operaciones de filtrado requeridas para disociar las partículas sólidas de los NOx antes de proceder a la medida de los NOx. Es mucho menos sensible al ensuciamiento.

Otra ventaja muy apreciable que se desprende de la elección de este tipo de sensor es que no requiere calibración con un gas patrón, como puede ser este el caso con unas tecnologías de medida convencionales (sensores infrarrojo, electroquímicos u otro). Solo puede requerirse de vez en cuando una recalibración con aire ambiente, que puede automatizarse cómodamente. Entonces, se realiza de manera completamente transparente para el usuario, ya que no requiere ninguna intervención particular de un técnico y no requiere tampoco disponer de herramientas o de un material específico (botella de gas patrón, reguladores de presión, manómetro,...). Sea como sea, incluso si
35 resultara necesario sustituirlo, la calibración después de sustitución se haría automáticamente. Por lo tanto, la sustitución de este sensor no requiere ninguna otra intervención. En cualquier caso, tiene una duración de vida mejorada en una relación de 50 con respecto a las soluciones electroquímicas utilizadas en los analizadores de gas con tecnología infrarroja.

45 Finalmente, podrá aprovecharse el hecho de que esta sonda tiene un tiempo de respuesta muy corto (inferior a un segundo) para realizar unas medidas muy cercanas en el tiempo, casi en régimen continuo. Esto permitirá continuar utilizando el proceso actual de prueba en control técnico para los vehículos diésel (es decir, medida de los picos de contaminación durante aceleraciones libres), cosa que no permiten las tecnologías de las que el tiempo de respuesta es de varios segundos, como los métodos basados en las medidas infrarrojas. Igualmente, si se desea, podrá tenerse una medida pertinente según otros procesos de prueba que requerirían una cierta reactividad de la medida,
50 como la puesta en carga breve del motor del vehículo.

Según una característica ventajosa de la invención, dicho sensor de NOx y dicho conducto de entrada del gas de escape están colocados en la parte mediana del recinto, estando habilitada la cavidad que aloja al sensor de NOx en la pared superior del recinto y asomando el elemento sensible de dicho sensor de NOx del plano de la pared del recinto, mientras que el conducto de entrada desemboca en el recinto según una orientación sustancialmente horizontal. Por convención, se designa "parte superior" la que ocupa la posición más alta cuando el dispositivo está en funcionamiento. De esta manera, se evita el riesgo de contaminar y de dañar el sensor con unas proyecciones de agua que provienen del gas y se reduce más su ensuciamiento.
60

Preferentemente según la invención, el dispositivo de medida incluye unos elementos calefactores con termostato dispuestos sobre una al menos de las partes del recinto siguientes:

- la pared del recinto,
- 65 - la pared de la cavidad que aloja al menos parcialmente al sensor de NOx,
- la primera y la segunda zonas terminales del recinto.

Los elementos calefactores tienen una temperatura predeterminada y/o regulada, para impedir que se deposite vapor de agua sobre las paredes frías.

5 Según una característica del dispositivo de medida según la invención, la pared del recinto está revestida de un material que absorbe la luz en la banda de frecuencia de lo visible y de la fuente luminosa, con el fin de que ninguna reflexión o transmisión de luz indeseable alcance el receptor.

10 Según una característica particularmente interesante del dispositivo de medida objeto de la presente invención, los medios de procesamiento de dichas señales eléctricas primera y segunda comprenden unos medios de almacenamiento y de impresión del valor de la opacidad y del contenido de NOx de dicho gas de escape, medidos en un mismo momento de funcionamiento de dicho vehículo automóvil. Los valores medidos de los contenidos de óxidos de nitrógeno y de opacidad se transmiten a unos medios de cálculo y de registro de los que está dotado el dispositivo, para su memorización. Unos medios de procesamiento, sustancialmente electrónicos permiten el procesamiento instantáneo o diferido de estos valores.

15 En la medida en que el control de los NOx no estaba incluido en el control técnico de los vehículos hasta ahora, un nuevo proceso puede consistir en verificar que los niveles de partículas en los gases de escape quedan inferiores a las normas, o bien que los órganos de regulación pilotados por el sistema de diagnóstico responden correctamente a las variaciones de régimen del motor para optimizar la relación partículas/NOx en cualquier momento de su funcionamiento y en los diferentes regímenes. Entonces, no es imperativo hacer unos controles de niveles máximos, pues para esto haría falta poner el vehículo sobre unos bancos de potencia extremadamente costosos. Un proceso según la invención, se basa en la medida de una diferencia entre, por una parte, un régimen de ralentí y de ralentí acelerado, y, por otra parte, un régimen de ralentí acelerado y unas aceleraciones, lo que no impone adquirir un material adicional de tipo bancos de potencia.

20 Como se ha explicado anteriormente, las medidas pueden hacerse en continuo, no solo en lo que se refiere a la opacidad, sino también en lo que se refiere al contenido de NOx, lo que representa una ventaja inédita del dispositivo según la invención. De hecho, concretamente por ello, a partir de ahora es posible gracias a la presente invención, combinar una medida de opacidad adaptada a los niveles de emisión de los motores y una medida de NOx a la salida de escape, y cotejarlas con unas informaciones extraídas desde la electrónica integrada a bordo. De esta manera, puede implementarse un protocolo de medida definido para los motores clasificados "Euro 5", basado en la búsqueda de una desviación que prueba una reactividad de la válvula EGR en unas condiciones de funcionamiento diferentes detectadas y gestionadas por el calculador de gestión motor.

25 Para los motores que responden al nivel "Euro 6", el principio es más sencillo. De hecho, estos motores están dotados de una sonda NOx de la que el calculador de a bordo (EOBD) aprovecha las informaciones. Por lo tanto, unos datos sobre los contenidos de NOx emitidos en los diferentes regímenes del motor están accesibles por medio de una conexión EOBD con el calculador. Durante un control técnico, el protocolo de medida consiste en identificar si estos valores vistos a partir del calculador son homogéneos y coherentes con la realidad (es decir, con la medida realizada a la salida de escape). Se opera mediante una comparación entre información interna del vehículo y medida física a la salida de tubo de escape.

30 De esta manera, según otra característica interesante del dispositivo de medida objeto de la invención, los medios de procesamiento de dichas señales eléctricas primera y segunda comprenden unos medios para comparar los valores de opacidad y de contenido de NOx medidos con unos valores calculados por un sistema electrónico que regula las emisiones de NOx de dicho vehículo automóvil. De esta manera, puede verificarse la adecuación entre los valores detectados por el dispositivo de medida según la invención, con las informaciones y los mandos dados por el ordenador de a bordo del vehículo, cuando está equipado con uno de estos.

35 El dispositivo según la invención encuentra su utilización en los centros de control técnico de los vehículos automóviles, durante el control de los contaminantes emitidos, así como en los talleres o en estación de servicio, en Francia y en el extranjero. Es transportable, ligero y adaptable a su entorno. También puede servir para el control de los sistemas de descontaminación presentes en la línea de escape de los vehículos.

40 Por lo tanto, la presente invención también se refiere a un procedimiento que permite determinar de manera rápida, fiable y cómoda para el operario, dos parámetros de los que los niveles están regulados y sometidos al control técnico de los vehículos.

45 Es objeto de la invención igualmente, un procedimiento de medida simultánea de la opacidad y del contenido de óxidos de nitrógeno de un gas de escape emitido por un vehículo automóvil con motor térmico, comprendiendo el procedimiento las etapas que consisten en:

50 - hacer circular dicho gas de escape en el recinto de un dispositivo de medida simultánea de la opacidad y del contenido de óxidos de nitrógeno, comprendiendo el dispositivo un recinto con pared tubular de longitud L_r determinada, cerrado en sus extremos y que presenta un conducto de entrada y al menos un conducto de salida para la circulación de dicho gas en el recinto,

- emitir un haz luminoso a través del recinto en su longitud desde una fuente luminosa hasta un receptor, para proporcionar una primera señal eléctrica proporcional a la intensidad luminosa recibida,
- realizar la detección de los óxidos de nitrógeno mediante unos medios de detección alojados al menos parcialmente en una cavidad habilitada en la pared del recinto, fuera del trayecto de dicho haz luminoso, que

5 suministran una segunda señal eléctrica proporcional a la cantidad de óxidos de nitrógeno detectada, para obtener una medida de la opacidad del gas de escape presente en el recinto y una medida del contenido de óxidos de nitrógeno en dicho gas presente en el recinto en un mismo momento del funcionamiento de dicho vehículo automóvil.

10 En un modo de implementación ventajoso del procedimiento de medida según la invención, el haz luminoso emitido atraviesa dos veces el recinto, según una trayectoria directa y una trayectoria de retorno, antes de alcanzar los medios de recepción. Preferentemente, el haz se refleja mediante un espejo plano, de manera que la trayectoria directa del haz (haz directo H_D) a través del recinto es idéntica a la trayectoria de retorno (haz de retorno H_R).

15 Ventajosamente y de manera conocida, se incorporan unas lentes de colimación colocadas sabiamente en el trayecto óptico, para focalizar el haz luminoso, por una parte, sobre el espejo, por otra parte, sobre el receptor, y evitar de esta manera su dispersión hacia las paredes del recinto.

20 Según una característica particularmente interesante de la presente invención, el gas de escape circula en el recinto desde dicho conducto de entrada hasta dicho al menos un conducto de salida mediante arrastre por un flujo de aire que se introduce en el recinto cerca de cada conducto de salida mediante una toma de aire pulsado por un ventilador, para crear una fluencia laminar de los gases que atraviesa el recinto perpendicularmente a su eje entre dicha toma de aire y dicho conducto de salida.

25 En un modo de realización preferente del procedimiento de medida según la invención, el gas de escape circula en el recinto desde dicho conducto de entrada hasta dos conductos de salida colocados a ambos lados de dicho conducto de entrada, introduciéndose aire en el recinto cerca de los dos conductos de salida mediante dos tomas de aire y pulsándose mediante dos ventiladores, para crear dos fluencias laminares que atraviesan el recinto perpendicularmente a su eje y definen una cámara de circulación de los gases de longitud definida L_c , inferior a la

30 longitud L_r del recinto. Por lo tanto, los gases (gas de escape y aire ambiente laminar) circulan únicamente en esta cámara de circulación, que puede calificarse como virtual, de longitud fija y definida por la posición de los conductos de entrada del aire pulsado en el recinto, sin ensuciar los elementos de óptica colocados en uno o el otro extremo del recinto.

35 Según un modo de realización particularmente interesante de la invención, el haz luminoso se emite mediante una fuente luminosa y se recibe mediante un receptor que están colocados en una primera zona terminal habilitada en un primer extremo del recinto, y el haz luminoso se refleja mediante un espejo plano que está colocado en una segunda zona terminal habilitada en un segundo extremo del recinto, estando libres de gas de escape dichas primera y segunda zonas terminales.

40 En un modo de realización particular del procedimiento según la invención, el haz directo H_D se divide antes de atravesar el recinto mediante una lámina separadora, en un haz transmitido ht orientado en el eje del recinto, y en un haz desviado hd orientado hacia un receptor de referencia que proporciona una señal proporcional a la intensidad de dicho haz desviado, teniendo dichos haces transmitido y desviado una intensidad relativa determinada fija.

45 En otro modo de realización particular del procedimiento según la invención, cuando el haz luminoso de retorno H_R ha atravesado el recinto, se divide mediante la lámina separadora en un haz transmitido y en un haz desviado que se orienta hacia los medios de recepción.

50 Según una característica preferente de la invención, los óxidos de nitrógeno se detectan mediante un sensor de NOx que asoma del plano de la pared del recinto, cerca del conducto de entrada de los gases de escape, que desemboca en el recinto en su parte mediana. El sensor y la desembocadura del conducto de entrada se sitúan para evitar cualquier proyección que tenga el riesgo de dañar el sensor, por ejemplo, este puede colocarse por encima del conducto de entrada del gas.

55 De manera preferente y ventajosa, según la invención, los óxidos de nitrógeno se detectan con un tiempo de respuesta inferior a un segundo. La elección del sensor de NOx como se ha definido más arriba es determinante para ello. Esta característica es primordial para una medida simultánea de los NOx y de la opacidad, pudiéndose realizar las medidas instantáneamente, en cada cambio de régimen del motor.

60 Según la invención, se impide cualquier condensación sobre las paredes del dispositivo. Es por eso que, preferentemente, se mantienen a una temperatura controlada una o varias de las partes del recinto siguientes: la pared del recinto, la pared de la cavidad que aloja al sensor de NOx, las zonas terminales del recinto.

65 Igualmente, preferentemente, la luz que penetra en el recinto o reflejada por la pared se absorbe mediante un material que recubre dicha pared.

De conformidad con la invención, dichas señales eléctricas primera y segunda se transmiten a una unidad central y se procesan para calcular la opacidad y el contenido de NOx de dicho gas de escape, medidos en un mismo momento de funcionamiento de dicho vehículo automóvil. Se almacenan e imprimen (y/o visualizan), con el fin de que el operario pueda constatar la conformidad del vehículo o recomendar una intervención.

De manera ventajosa, de conformidad con el procedimiento de medida según la invención, dichas señales eléctricas primera y segunda se transmiten a una unidad central y se procesan mediante comparación de los valores de opacidad y de contenido de NOx medidos, con unos valores calculados por un sistema electrónico que regula las emisiones de NOx de dicho vehículo automóvil.

La presente invención se entenderá mejor, y se mostrarán unos detalles que se detectan en ella, gracias a la descripción que va a hacerse de una de sus variantes de realización, en relación con las figuras adjuntas, en las que:

La fig. 1 es una vista esquemática en corte de un dispositivo de medida según la invención.

Las figs. 2a y 2b son unas vistas esquemáticas en corte de un dispositivo según la invención, que muestran el recorrido óptico del haz directo (fig. 2a) y del haz de retorno (fig. 2b).

Las figs. 3 y 4 ilustran unos protocolos de control de las emisiones según los tipos de motor, con la ayuda de un dispositivo según la invención

Ejemplo 1: Dispositivo de medida simultánea

En la fig. 1, se ha representado un dispositivo de medida simultánea de la opacidad y del contenido de óxidos de nitrógeno de un gas de escape de un vehículo automóvil con motor térmico. Comprende el recinto 1 con pared tubular de longitud L_r determinada y fija. La pared tubular 11 puede tener una sección recta cualquiera, pero es más cómodamente circular. El recinto 1 está cerrado en sus extremos 14, 15 mediante unos tabiques de extremo. El recinto está provisto en su primer extremo 14 de un medio de emisión 5 de un haz luminoso y de un medio de recepción 6 del haz luminoso al final de su trayecto óptico, que coinciden aquí en un dispositivo emisor-receptor integrado (fig. 1). Como se describirá más adelante, pueden utilizarse un emisor y un receptor distintos (fig. 2). El receptor está unido a un circuito eléctrico que transmite la señal recibida, proporcional a la intensidad luminosa, a una unidad adecuada para transformar la señal eléctrica en un valor cuantitativo de la opacidad y de ahí un valor del contenido de partículas sólidas.

Un espejo plano 7 está dispuesto en el segundo extremo 15 del recinto 1, de manera que el haz luminoso emitido atraviesa dos veces el recinto, según la trayectoria directa H_D , después una trayectoria de retorno H_R , antes de alcanzar el receptor. El haz luminoso tiene la misma trayectoria a través de la cámara de medida en el sentido directo y en el sentido de retorno.

El recinto 1 incluye un nicho que define una cavidad 13 habilitada en la pared 11 superior del recinto, en su parte mediana. En la cavidad se aloja un sensor de NOx 2, que está diseñado para detectar los óxidos de nitrógeno. Su elemento sensible 2a está provisto de un par de electrodos que miden una diferencia de potencial proporcional a la concentración de NOx en el gas y que suministran una segunda señal eléctrica que se transforma para dar una medida cuantitativa del contenido de óxidos de nitrógeno del gas presente en el recinto. Se utiliza una sonda disponible en el mercado.

El sensor 2 está colocado en el alojamiento de manera que su elemento sensible 2a asoma del plano de la pared 11 del recinto, sin cortar el trayecto de dicho haz luminoso. Por otra parte, el conducto de entrada 3 desemboca en el recinto 1 a la misma altura mediana que el sensor de NOx, pero según una orientación sustancialmente horizontal.

El recinto 1 presenta un conducto de entrada 3 que está unido a la línea de escape durante el funcionamiento del dispositivo, y dos conductos de salida 4, por los que se evacúa el gas de escape. Una toma de aire 8 está habilitada en la prolongación de cada conducto de salida 4. Cada una de ellas está provista de un ventilador 9 que pulsa aire ambiente hacia el recinto y hacia los conductos de salida 4. De esta manera, se crea un flujo gaseoso que atraviesa el recinto 1 perpendicularmente a su eje entre una toma de aire 8 y el conducto de salida de en frente, mediante fluencia laminar y que arrastra el gas de escape hacia la salida. Esta fluencia es estable, de manera que los gases fluyen en una cámara de medida virtual de longitud efectiva L_c constante y definida por el límite 22 de los dos flujos laminares. Por lo tanto, la longitud de gas atravesada por el haz luminoso para la medida de opacidad es de dos veces la longitud L_c . De esta manera, el recinto incluye en sus extremos primero y segundo 14, 15, respectivamente una primera y una segunda zonas terminales 24, 25, en las que el gas de escape no se extiende. En consecuencia, el espejo plano 7, dispuesto en el segundo extremo 15 del recinto 1, recibe el haz luminoso, sin estar en contacto con los gases. Sucede lo mismo con los elementos ópticos (emisor y receptor concretamente) colocados en la primera zona en el primer extremo del recinto. El aparato puede utilizarse tanto en exterior como en interior y yendo la gama de temperatura ambiente de utilización de 0 °C a 50 °C. La medida puede hacerse en continuo.

Este tipo de tecnología permite hacer una medida de NOx en ppm vol. en la gama [0 - 5.000 ppm vol.]. La precisión es:

- ± 15 ppm de 0 a 1.000 ppm,
- ± 1,5 % de 1.001 ppm a 5.000 ppm.

5 En lo que se refiere a la medida de opacidad en % o en m^{-1} en la gama [0 - 99,9 %] o [0 - 9,9 %], se obtiene una resolución de 0,1 % o $0,001 m^{-1}$ ($0,001 m^{-1}$ si $K < 0,50 m^{-1}$ y $0,01 m^{-1}$ si $K > 0,50 m^{-1}$). La precisión es la siguiente (para una concentración por unidad de volumen deducida del número de partículas medido):

- Precisión dinámica: $0,05 m^{-1}$ (concentración equivalente: $10 mg/m^3$)
- Precisión del cero: $< 0,005 m^{-1}$ (concentración equivalente: $1 mg/m^3$)
- 10 - Precisión estática: 0,5 % (filtro)
- Resolución: $0,001 m^{-1}$ (0,001 %) si $K > 0,50 m^{-1}$

Estos resultados son ampliamente más precisos y fiables que los obtenidos con los métodos convencionales, para los que se tenía tradicionalmente:

- 15 - Precisión dinámica: $0,15 m^{-1}$
- Precisión del cero: $< 0,2 \%$
- Precisión estática: $< 1 \%$
- Resolución: $0,01 m^{-1}$ si $K > 0,50 m^{-1}$

20 Ejemplo 2: Dispositivo con emisor y receptor separados

En este ejemplo, los medios de emisión 5 y de recepción 6 están dispuestos en un cajón 18 habilitado en el primer extremo 14 del recinto 1 sobre dos paredes de dicho cajón orientadas según unos planos perpendiculares. El emisor 5 está colocado en el eje principal del recinto sobre la pared que forma el tabique extremo 14, mientras que el receptor está colocado sobre una primera pared lateral 19. En el cajón 18, se encuentra una lámina separadora 17 orientada a 45° con respecto a las dos paredes, sobre la trayectoria directa (H_D) y sobre la trayectoria de retorno (H_R) del haz luminoso. Un receptor de referencia 16 está colocado sobre una segunda pared lateral 20, opuesta a la pared 19 donde se encuentra el receptor 6.

30 El haz directo emitido (H_D) se transmite en parte hacia el espejo $H_D(ht)$ a través de la cámara de medida, y en parte se desvía en una primera dirección $H_D(hd)$ donde va a golpear al receptor de referencia 16. Después, el haz de retorno (H_R) se refleja mediante el espejo a través de la cámara de medida, y se divide a su vez en una parte transmitida $H_R(ht)$ que queda en la dirección inicial que es la del emisor y, por lo tanto, no tiene efecto, y en una parte desviada $H_R(hd)$ con ángulo recto hacia el receptor 6. Este montaje sencillo y poco costoso no requiere ajustes complejos. Estando situado en la zona terminal, está, además, protegido de los humos. *In fine*, es muy preciso, fiable y duradero.

40 Ejemplo 3: Compensación de la contribución de los NOx a la opacidad

La medida de opacidad se corresponde con la proporción de partículas de hollín en el gas. Estas partículas de hollín son mayoritariamente constitutivas de la opacidad de los humos. Sin embargo, las emisiones de los motores diésel son complejas, y se emiten diferentes gases de los que algunos presentan una opacidad significativa. En particular, siendo NO_2 un gas marrón-rojo, podría distorsionar unos valores muy escasos de opacidad. Ahora bien, los nuevos motores que responden a las evoluciones de reglamentación Euro 5 y Euro 6 presentan unos valores de opacidad extremadamente escasos. Si el contenido de partículas expresado en mg/m^3 , es de un nivel equivalente a la contribución debida al gas NO_2 , el valor de opacidad debido a las partículas debe compensarse.

50 El dióxido de nitrógeno, NO_2 , está en equilibrio con el tetraóxido de dinitrógeno N_2O_4 incoloro, según la ecuación:



Esta compensación puede inicializarse gracias a un punto de calibración obtenido por medio de un gas (botella patrón) con alto contenido de NO_2 . Esta calibración en un punto permite aportar a continuación una compensación de opacidad a partir del valor NO_2 medido.

60 Ejemplo 4: Control de los motores Euro 5

En el caso de motores Euro 5, se tiene en cuenta el comportamiento y el pilotaje de la válvula EGR. El proceso de medida para los motores Euro 5 se basa en la búsqueda de desviación que prueba una reactividad de la válvula EGR en unas condiciones de funcionamiento diferentes detectadas y gestionadas por el calculador de gestión motor (sin sensor de NO_x). El esquema de este protocolo se ilustra en la fig. 3.

65 En la fase 1, motor sin carga, se comparan los valores medidos con los valores dados por el EOBD, para diferentes niveles de emisión de NO_x (A: nivel alto; B: nivel medio; C: nivel escaso y D: nivel extraescaso; nivel N: valor OEBCD).

Se repiten las medidas en la fase 2, para un motor de escasa carga (obstáculo). Si se observan unas diferencias Delta 1, 2 y 3, entonces se concluye que el sistema de regulación funciona.

Ejemplo 5: Control de los motores Euro 6

5 Para los motores Euro 6, el principio es más sencillo. De hecho, estos motores están dotados de una sonda NOx de la que el calculador aprovecha las informaciones. Estas informaciones están disponibles por medio de una conexión EOBD con el calculador. El protocolo de medida busca identificar si los valores vistos del calculador son homogéneos y coherentes con la realidad, mediante una comparación entre información interna del vehículo y
10 medida física a la salida de tubo de escape.

El esquema de este protocolo se ilustra en la fig. 4. Se observa que provoca la apertura y el cierre de la válvula cambiando el régimen (ralentí o acelerado) y se miden los valores de NOx emitidos. Se comparan con los valores dados por el ordenador de a bordo (EOBD). Si se corresponden, el sistema funciona.
15

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de medida simultánea de la opacidad y del contenido de óxidos de nitrógeno de un gas de escape de un vehículo automóvil con motor térmico, comprendiendo el dispositivo un recinto (1) con pared tubular (11) de longitud L_r determinada, cerrado en sus extremos (14, 15), que presenta un conducto de entrada (3) y al menos un conducto de salida (4) para la circulación de dicho gas en el recinto, que incluye:
- a) unos medios de emisión (5) de un haz luminoso que atraviesa el recinto (1) en su longitud, unos medios de recepción (6) de dicho haz luminoso que ha atravesado el recinto, y unos medios de transformación de este en una primera señal eléctrica proporcional a la intensidad luminosa recibida, para dar una medida de la opacidad del gas presente en el recinto, estando el dispositivo **caracterizado por que** comprende
 - b) unos medios de detección (2) de los óxidos de nitrógeno NO_x alojados al menos parcialmente en una cavidad (13) habilitada en la pared (11) del recinto, fuera del trayecto de dicho haz luminoso, que suministran una segunda señal eléctrica proporcional a la cantidad de óxidos de nitrógeno detectada, para dar una medida del contenido en óxidos de nitrógeno del gas presente en el recinto, y
 - c) unos medios de transmisión a una unidad central y de procesamiento de dichas señales eléctricas primera y segunda.
2. Dispositivo de medida según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los medios de emisión (5) y de recepción (6) del haz luminoso están dispuestos en un primer extremo (14) del recinto (1) y unos medios de reflexión (7) de dicho haz están dispuestos en un segundo extremo (15) del recinto (1), de manera que el haz luminoso emitido atraviesa dos veces el recinto, según una trayectoria directa (H_D) y una trayectoria de retorno (H_R), antes de alcanzar dichos medios de recepción.
3. Dispositivo de medida según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** el recinto (1) comprende, en la prolongación de dicho al menos un conducto de salida (4), una toma de aire (8) provista de un ventilador (9) para crear un flujo gaseoso que atraviesa el recinto (1) perpendicularmente a su eje entre dicha toma de aire y dicho conducto de salida.
4. Dispositivo de medida según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** el recinto (1) comprende dos conjuntos, cada uno formado por una toma de aire (8) y por un conducto de salida (4) en prolongación, estando colocados dichos conjuntos a ambos lados del conducto de entrada (3) y definiendo una cámara (12) de circulación de los gases de longitud definida L_c .
5. Dispositivo de medida según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** la longitud L_c de la cámara de circulación de los gases (12) es inferior a la longitud L_r del recinto (1), incluyendo esta en sus extremos primero y segundo (14, 15) respectivamente una primera y una segunda zonas terminales (24, 25) libres de gas de escape.
6. Dispositivo de medida según una de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizado por que** los medios de emisión (5) y de recepción (6) están dispuestos en un cajón (18) habilitado en el primer extremo (14) del recinto (1), sobre dos paredes de dicho cajón orientadas según unos planos perpendiculares, y una lámina separadora (17) está colocada en un plano orientado a 45° con respecto a dichas dos paredes sobre la trayectoria directa y sobre la trayectoria de retorno del haz luminoso, de manera que cada uno de dichos haces directo (H_D) y de retorno (H_R) se separa en un haz transmitido (h_t) y un haz desviado (h_d) de intensidades relativas fijas.
7. Dispositivo de medida según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los medios de detección (2) de los óxidos de nitrógeno comprenden un sensor de NO_x cuyo elemento sensible (2a) es a base de cerámica de un óxido metálico, provisto de un par de electrodos que miden una diferencia de potencial o una corriente proporcional a la concentración de NO_x en el gas de escape.
8. Dispositivo de medida según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** dicho sensor de NO_x y dicho conducto de entrada (3) del gas de escape están colocados en la parte mediana del recinto (1), estando habilitada la cavidad que aloja al sensor de NO_x en la pared superior del recinto y asomando el elemento sensible (2a) de dicho sensor de NO_x del plano de la pared (11) del recinto, mientras que el conducto de entrada desemboca en el recinto según una orientación sustancialmente horizontal.
9. Dispositivo de medida según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los medios de procesamiento de dichas señales eléctricas primera y segunda comprenden
- a) unos medios de almacenamiento y de impresión del valor de la opacidad y del contenido de NO_x de dicho gas de escape, medidos en un mismo momento de funcionamiento de dicho vehículo automóvil, y/o
 - b) unos medios para comparar los valores de opacidad y de contenido de NO_x medidos con los valores calculados por un sistema electrónico que regula las emisiones de NO_x de dicho vehículo automóvil.
10. Procedimiento de medida simultánea de la opacidad y del contenido de óxidos de nitrógeno de un gas de escape

emitido por un vehículo automóvil con motor térmico, **caracterizado por que** comprende las etapas que consisten en:

- 5 - hacer circular dicho gas de escape en el recinto de un dispositivo de medida simultánea de la opacidad y del contenido de óxidos de nitrógeno, comprendiendo el dispositivo un recinto (1) con pared tubular (11) de longitud L_r determinada, cerrado en sus extremos (14, 15) y que presenta un conducto de entrada (3) y al menos un conducto de salida (4) para la circulación de dicho gas en el recinto,
- 10 - emitir un haz luminoso a través del recinto (1) en su longitud desde una fuente luminosa (5) hasta un receptor (6), para proporcionar una primera señal eléctrica proporcional a la intensidad luminosa recibida,
- 15 - realizar la detección de los óxidos de nitrógeno mediante unos medios de detección (2) alojados al menos parcialmente en una cavidad (13) habilitada en la pared (11) del recinto (1), fuera del trayecto de dicho haz luminoso, que suministran una segunda señal eléctrica proporcional a la cantidad de óxidos de nitrógeno detectada,
- para obtener una medida de la opacidad y una medida del contenido de óxidos de nitrógeno del gas de escape presente en el recinto en un mismo momento del funcionamiento de dicho vehículo automóvil.

11. Procedimiento de medida según la reivindicación 10, **caracterizado por que** el haz luminoso emitido atraviesa dos veces el recinto (1), según una trayectoria directa (H_D) y una trayectoria de retorno (H_R), antes de alcanzar los medios de recepción (6).

12. Procedimiento de medida según la reivindicación anterior, **caracterizado por que** el gas de escape circula en el recinto (1) desde el conducto de entrada (3) hasta dos conductos de salida (4) colocados a ambos lados de dicho conducto de entrada, introduciéndose aire en el recinto cerca de los dos conductos de salida mediante dos tomas de aire (8) y pulsándose mediante dos ventiladores (9) para crear dos flujos laminares que atraviesan el recinto perpendicularmente a su eje y que definen una cámara de circulación de los gases de longitud definida L_c , inferior a la longitud L_r del recinto.

13. Procedimiento de medida según una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado por que** el haz luminoso se emite mediante una fuente luminosa (5) y se recibe mediante un receptor (6) que están colocados en una primera zona terminal (24) habilitada en un primer extremo del recinto (1), y el haz luminoso se refleja mediante un espejo plano que está colocado en una segunda zona terminal (25) habilitada en un segundo extremo del recinto, estando libres de gas de escape dichas primera y segunda zonas terminales.

14. Procedimiento de medida según una de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado por que** los óxidos de nitrógeno se detectan mediante un sensor de NOx que asoma del plano de la pared (11) del recinto (1) cerca del conducto de entrada (3) de los gases de escape, que desemboca en el recinto en su parte mediana, con un tiempo de respuesta inferior a un segundo.

15. Procedimiento de medida según una de las reivindicaciones 10 a 14, **caracterizado por que** dichas señales eléctricas primera y segunda se transmiten a una unidad central y se procesan (a) mediante almacenamiento e impresión del valor de la opacidad y del contenido de NOx de dicho gas de escape, medidos en un mismo momento de funcionamiento de dicho vehículo automóvil, y/o (b) mediante comparación de los valores de opacidad y de contenido de NOx medidos, con unos valores calculados por un sistema electrónico que regula las emisiones de NOx de dicho vehículo automóvil.

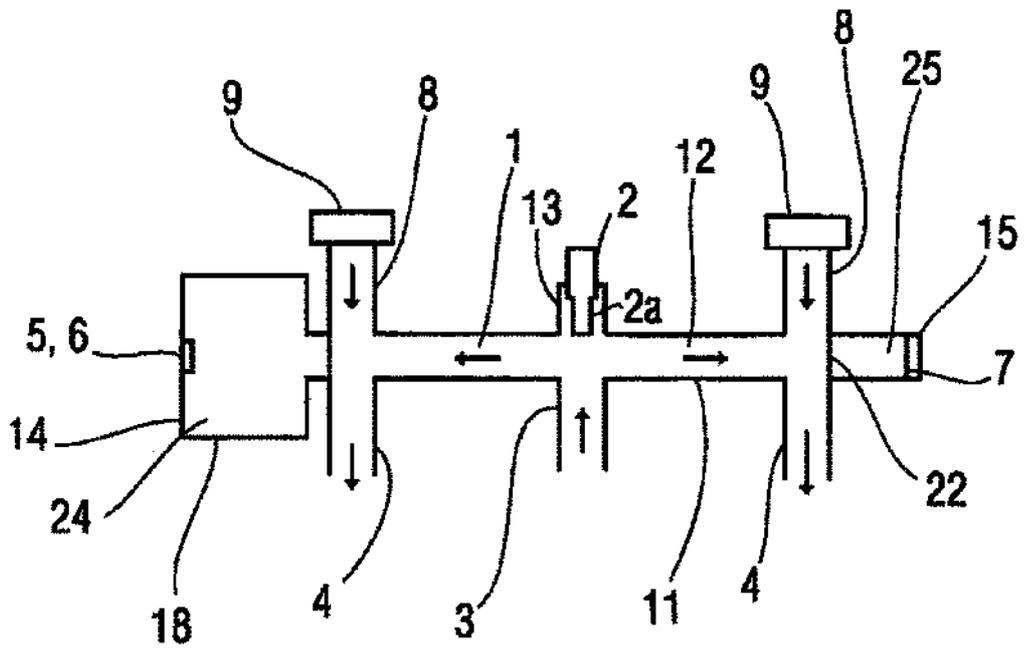


Fig.1

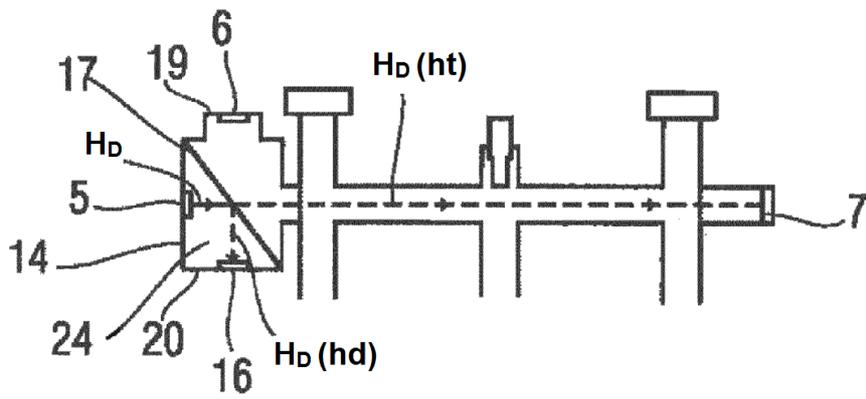


Fig.2a

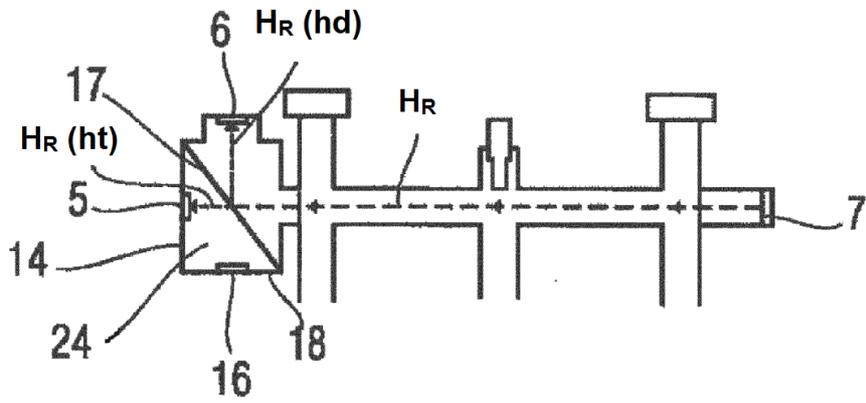


Fig.2 b

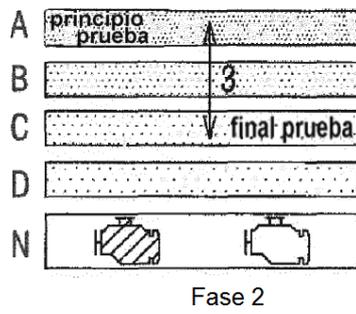
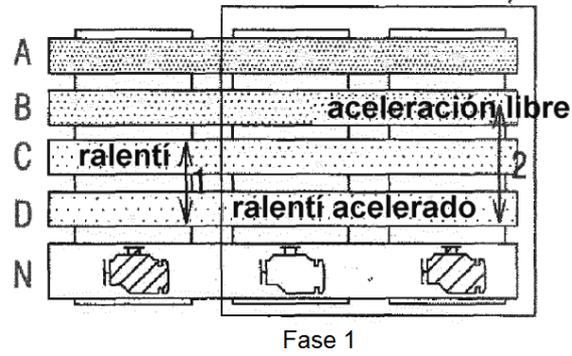


Figura 3

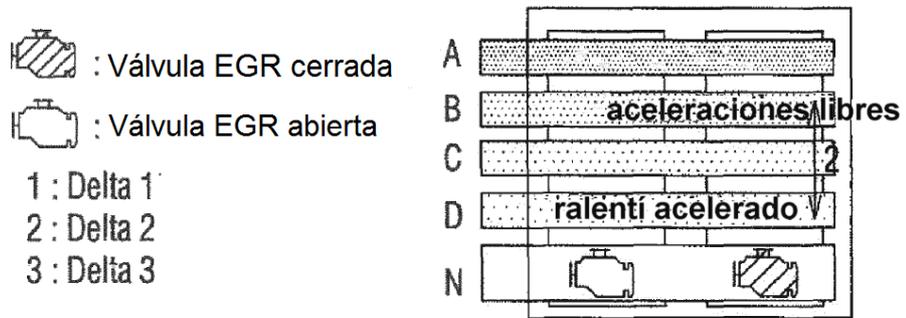


Figura 4