(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 886 609**

(51) Int. Cl.:

F01N 3/20	(2006.01)
F01N 3/08	(2006.01)
F01N 11/00	(2006.01)
G01M 15/10	(2006.01)
F02D 41/22	(2006.01)
F02D 41/02	(2006.01)
F02D 41/14	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2017** **E 17162745 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.07.2021** **EP 3222833**

(54) Título: **Procedimiento para el control de las emisiones de NOx de un vehículo**

(30) Prioridad:

25.03.2016 AT 502492016

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.12.2021

(73) Titular/es:

AVL DITEST GMBH (100.0%)
Alte Poststraße 156
8020 Graz, AT

(72) Inventor/es:

SCHWEIGER, DAVID;
LUKESCH, WALTER y
KOHL, ANTON

(74) Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 886 609 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 para el control de las emisiones de NOx de un vehículo

La presente invención se refiere a un procedimiento para el control de las emisiones de NOx de un vehículo con motor de combustión interna y con un sistema para la reducción de las emisiones de NOx.

Durante la inspección técnica periódica del vehículo, la ley establece ciertas inspecciones para un vehículo con un motor de combustión interna. A este respecto se controla si el vehículo cumple con los requisitos legales para continuar obteniendo permiso para operar el vehículo. Estas inspecciones técnicas periódicas del vehículo ocurren por regla general en talleres convencionales o en centros de inspección de vehículos propios. A este respecto se usa tecnología de medición de taller convencional.

De acuerdo con el actual estado no se produce durante la inspección técnica periódica del vehículo ningún control de las emisiones de óxido de nitrógeno (NOx) del vehículo. Una medición de NOx se produce a día de hoy únicamente durante la homologación de tipo de un vehículo en un dinamómetro. A este respecto se utiliza una tecnología de medición de banco de pruebas compleja y laboriosa a la que un taller no tiene acceso. Tras la homologación de tipo no se produce durante la totalidad de la vida útil de un vehículo ningún control de las emisiones de NOx. Esto se debe, por una parte, a la tecnología de medición disponible misma. Para la medición de óxidos de nitrógeno se conocen varios procedimientos. Los métodos más extendidos para la medición de las emisiones de NOx son la medición mediante sensores químicos, medición de absorción ultravioleta (UV) y la medición con sensores cerámicos (por ejemplo, sensores de óxido de circonio).

Para la medición de oxígeno se usan de modo estándar sensores químicos, por lo tanto es fácil ampliar sistemas de medición existentes a razón de un sensor químico adicional para la medición de NOx. Al usarse sensores químicos ha de preparase el gas de escape de modo comparativamente laborioso, para no dañar los sensores químicos. En particular la temperatura de gas de escape y la humedad de gas de escape no han de ser demasiado altas y han de haberse eliminado todas las partículas sólidas contenidas en el gas de escape antes de la medición. Otro déficit de los sensores químicos es que ellos mismos solo funcionan hasta alcanzar una determinada carga con moléculas de óxido de nitrógeno, es decir, se agotan. Largos tiempos de respuesta tampoco hacen adecuados los sensores químicos para mediciones transitorias de gases de escape de vehículos. Los sensores químicos se adecuan por lo tanto únicamente de forma condicionada para el funcionamiento en talleres.

Los dispositivos de medición basados en NDUV (ultravioleta no dispersivo) tienen la ventaja de que no se agotan y de que disponen además de ello de buenos tiempos de respuesta. Las grandes desventajas se encuentran en los altos costes de adquisición y el alto peso, lo cual generalmente los excluye para el uso en talleres.

Los sensores cerámicos se usan desde hace tiempo en vehículos. Se utilizan allí de modo parecido a sondas Lambda para medición de oxígeno. Pueden usarse también sensores cerámicos para la medición de medición de NOx. La ventaja de estos sensores consiste en que no ha de producirse ninguna preparación de gases de escape laboriosa y se pueden instalar en casi cualquier lugar. Actualmente no existen, sin embargo, declaraciones independientes sobre la estabilidad a largo plazo, la precisión y el comportamiento de respuesta cuando se utilizan en dispositivos de medición para el taller. La utilidad de este tipo de sensores cerámicos para la medición de las emisiones de NOx de un vehículo en talleres no está por lo tanto clara.

Por otra parte, se debe no obstante también, a que no existen procedimiento adecuados, los cuales puedan reproducirse, con los cuales puedan medirse las emisiones de NOx de forma fiable y significativa en talleres. Es decisivo en este caso que este tipo de procedimientos han de ser adecuados, es decir, en particular han de ser sencillos y económicos, para poder ser utilizados en talleres o en centros de inspección.

Como estado de la técnica la publicación WO 2013/152780 A1 divulga, por ejemplo, un procedimiento de diagnóstico para un sistema SCR de un vehículo con motor de combustión interna para el control del funcionamiento de acuerdo con lo previsto de un sensor de NOx dispuesto en el sistema de escape del vehículo. Para el control del sensor de NOx está previsto que el vehículo se encuentre en el estado de reposo y que el motor de combustión interna funcione con un determinado desarrollo de ciclos definidos. Es desventajoso en el procedimiento que con éste puede controlarse únicamente el sensor montado en el vehículo y que son necesarias intervenciones en el control del motor, por ejemplo, para la desactivación de la inyección de urea del catalizador SCR.

El documento WO 99/25965 A1 divulga un procedimiento de monitorización a bordo de un vehículo para el control de emisiones, en particular de las emisiones HC o para el control de la función de un catalizador de 3 vías durante el funcionamiento del vehículo en la vía. Se tienen en consideración señales de medición de sustancias nocivas (HC, NOx) medidas y se comparan con un valor límite de emisión, cuando se supera un valor límite fijado de una "señal de calificación de condición". A partir de ello se calcula, por ejemplo, un porcentaje y se compara con un valor límite predeterminado. Al superarse el valor límite puede activarse una luz de advertencia.

Un folleto de la empresa BOSCH muestra además de ello un analizador de gases del tipo Bosch BEA 750 como se utiliza habitualmente en talleres para camiones para poder controlar las emisiones contaminantes del vehículo. Este folleto de producto se publicó en línea en julio de 2015 [2015-07-31], en particular puede accederse al folleto en el enlace https://aa-boschww-it.resource.bosch.com/media/common_used_media/ww/products/test_equipment_products_workshopworld_1/content_update_august_2015/aa_as_tem_bea750_folder_en_fact_66852.pdf.

El documento DE 102014 118714 A1 divulga un procedimiento para el diagnóstico de un catalizador SCR dispuesto en el sistema de escape de un motor. Antes y tras el catalizador SCR está previsto respectivamente un sensor de NOx para la medición de la concentración de NOx en el gas de escape. A través de la formación de diferencia de las señales de medición de los dos sensores de NOx y división a través del valor antes del catalizador se calcula una tasa de rendimiento, la cual es una medida para el empeoramiento del catalizador SCR.

Es por lo tanto el objetivo de la presente invención poder hacer, a pesar de las limitaciones en lo que se refiere a técnica de medición en talleres durante la inspección técnica periódica de vehículos con motor de combustión interna y un sistema de tratamiento posterior de gases de escape cualquiera, una declaración sobre las emisiones de NOx y con ello también sobre el estado del sistema de tratamiento posterior de gases de escape.

Este objetivo se resuelve de acuerdo con la invención debido a que el motor de combustión interna se somete en el estado de reposo y en punto muerto del vehículo a un procedimiento de prueba, en el cual se acelera el motor de combustión interna desde un número de revoluciones inicial de entre un número de revoluciones de punto muerto predeterminado y un número de revoluciones de 15 - 20 % del número de revoluciones máximo del motor de combustión interna en un tiempo t_1 de 3 a 12 segundos, preferentemente 4 a 11 segundos, a un número de revoluciones meta de 30 - 70 % del número de revoluciones máximo del motor de combustión interna, tras alcanzarse el número de revoluciones meta se mantiene éste durante un periodo de tiempo t_2 de al menos 3 segundos, preferentemente al menos 5 segundos, y tras ello se reduce de nuevo el número de revoluciones, se mide durante la realización del procedimiento de prueba la emisión de NOx en el gas de escape del vehículo, en cuanto que se extrae en el tubo de escape del vehículo gas de escape con una sonda de gas de escape y se suministra a un dispositivo de medición y que concluye un fallo en el sistema para la reducción de las emisiones de NOx del vehículo, cuando en las emisiones de NOx medidas se detecta durante el procedimiento de prueba un aumento.

Con la invención se persigue el objetivo de crear un procedimiento de prueba, el cual permita independientemente de una técnica de medición de NOx una declaración fiable y significativa sobre el estado técnico de la totalidad del sistema de tratamiento posterior de gas de escape relevante para los NOx. A este respecto, lo que hace que el procedimiento sea independiente de la tecnología de medición utilizada no es el valor exacto de la emisión de NOx, sino la categorización como libre de fallos y con fallos. A este respecto el procedimiento del prueba de acuerdo con la invención asegura que durante el procedimiento de prueba se produce en el caso de caso de fallo una señal de NOx de clara detección. Con este conocimiento obtenido en una inspección técnica periódica de vehículo puede someterse el vehículo entonces en caso de fallo a un control más detenido. De este modo es posible detectar vehículos con notables emisiones de NOx y retirarlos de la circulación, o someterlos a una correspondiente reparación, lo cual hasta el momento no era posible.

Para garantizar una realización segura de las pruebas con las mismas condiciones, puede estar previsto que el motor de combustión interna o el sistema de escape se lleven antes de la realización del procedimiento de prueba a una determinada temperatura. Esto puede garantizarse en una configuración ventajosa también mediante lectura de un valor de temperatura a través de una interfaz de diagnóstico del vehículo.

La presente invención se explica a continuación con mayor detalle con referencia a las figuras 1 a 6, las cuales muestran a modo de ejemplo, de forma esquemática y no limitadora configuraciones ventajosas de la invención. A este respecto, muestra

Fig.1 un vehículo en un entorno de taller en una inspección técnica periódica de vehículo,
Fig.2 un procedimiento de prueba de acuerdo con la invención para el vehículo,
Figs.3 a 6 desarrollos de emisión de NOx respectivamente durante el procedimiento de prueba.

El control de acuerdo con la invención se produce preferentemente en el marco de una inspección técnica periódica de vehículo en un vehículo 2 con un motor de combustión interna 10 en un taller 1, o un centro de inspección, tal como se representa en la Fig.1. En el tubo de escape 3 del vehículo 2 se extrae gas de escape con una sonda de gas de escape 4 y se suministra a un dispositivo de medición 5. En el dispositivo de medición 5 está previsto un sensor de NOx 6, el cual mide las emisiones de NOx en el gas de escape. El sensor de NOx 6 está unido con una unidad de evaluación 7, la cual evalúa la señal de medición ofrecida por el sensor de NOx 6. A este respecto es irrelevante qué tipo de sensor de NOx se utilice.

En el sistema de escape 12 del vehículo 2 (es decir, entre el motor de combustión interna 10 y el tubo de escape 3) hay dispuestos en vehículos 2 modernos diferentes sistemas de tratamiento posterior de gases de escape 11

conocidos para la reducción de las emisiones de NOx (dado el caso mediante interacción de diferentes sistemas). Se mencionan a modo de ejemplo un catalizador (catalizador de tres vías, catalizador de almacenamiento de NOx (NSC), etc.), un filtro de partículas diésel (DPF) (también con revestimiento catalítico (CSF)), un adsorbente de NOx (LNT), un sistema para la reducción catalítica selectiva con amoniaco (SCR), etc. También se utilizan en vehículos 2 modernos otros conceptos para la reducción de las emisiones de NOx. Se menciona en este caso, por ejemplo, la recirculación de gases de escape (EGR). Durante el funcionamiento libre de fallos del vehículo 2 no puede llevarse a cabo con tecnología de medición de taller convencional por lo tanto ninguna medición de NOx significativa, dado que no se producen apenas emisiones de NOx que puedan medirse. Para poder detectar en el caso de un vehículo 2 de forma segura y significativa un fallo en el sistema de escape 12 que influya en las emisiones de NOx, se utiliza de acuerdo con la invención el siguiente procedimiento de prueba descrito mediante la Fig.2.

El vehículo 2 está detenido y se encuentra en punto muerto (marcha en posición neutral). El vehículo 2 ha de estar dispuesto consecuentemente sobre un rodillo, lo cual facilita notablemente la prueba. El motor de combustión interna 10 del vehículo 2 se acelera en el momento de inicio t_s preferentemente desde su número de revoluciones n_L propio para el motor de combustión interna 10 o el vehículo 2, en un tiempo t_1 de 3 a 12 segundos, preferentemente de 4 a 11, a un número de revoluciones meta n_z de 30 - 70 % del número de revoluciones máximo del motor de combustión interna 10. Como número de revoluciones inicial n_s se utiliza preferentemente un número de revoluciones de entre el número de revoluciones en punto muerto n_L del motor de combustión interna 10 y un número de revoluciones de 15 - 20 % del número de revoluciones máximo del motor de combustión interna 10. El uso del número de revoluciones en punto muerto n_L permite un desarrollo particularmente sencillo de la prueba. En el caso de los motores diésel el número de revoluciones máximo se encuentra típicamente en el intervalo de 5.500min^{-1}, lo cual daría como resultado un número de revoluciones meta n_z de 1.650min^{-1} a 3.850min^{-1}. Ventajosamente se aspira a un número de revoluciones meta de 2.500min^{-1} +/- 250min^{-1}. Tras alcanzar el número de revoluciones meta n_z este se mantiene durante un tiempo t_2 de al menos 3 segundos, preferentemente de 5 segundos. Tras ello se lleva el motor de combustión interna 10 en el momento t_e (= t_s + t_1 + t_2) del final del procedimiento de prueba preferentemente de nuevo abruptamente al número de revoluciones en punto muerto n_L. Abruptamente significa en este sentido que el número de revoluciones se reduce rápidamente, por ejemplo, en cuanto que se suelta abruptamente el pedal del acelerador. Esto da como resultado para el procedimiento de prueba un perfil de número de revoluciones como se representa en la Fig.2. Para llevar a cabo el procedimiento de prueba, el número de revoluciones n del motor de combustión interna ha de encontrarse por lo tanto dentro de la zona sombreada resultante.

Mediante este procedimiento de prueba se garantiza por una parte que el motor de combustión interna 10 ha de tener suficiente potencia para mover la masa oscilante. Este procedimiento de prueba representa también una rampa de número de revoluciones lo suficientemente plana, de modo que queda garantizado que los sistemas de tratamiento posterior de gases de escape 11 funcionen.

Para la realización del procedimiento de prueba es ventajoso acondicionar el vehículo 2 o el motor de combustión interna 10 y el sistema de escape 12, es decir, llevarlo a un determinado estado. En este sentido se comprueba preferentemente la temperatura del gas de escape en el tubo de escape 3 para establecer si el sistema de escape 12 y los sistemas de tratamiento posterior de gas de escape 11 contenidos en éstos están a temperatura de funcionamiento. Alternativa o adicionalmente puede hacerse uso también de la temperatura del agua de refrigeración o de la temperatura del aceite. Estos valores pueden ser leídos también a través de la interfaz de diagnóstico del vehículo 2 (por ejemplo, mediante dispositivos de diagnóstico convenciones, los cuales existen en talleres). A través de la interfaz de diagnóstico pueden leerse no obstante también, temperaturas del sistema de escape 12 o del sistema de tratamiento posterior de gas de escape 11. De modo estándar puede leerse, por ejemplo, la temperatura de un catalizador de NOx a través de la interfaz de diagnóstico. Para el acondicionamiento podría moverse (conducirse) el vehículo 2, por ejemplo, antes de realizarse el procedimiento de prueba durante un determinado tiempo, para llevar el sistema de escape a temperatura de funcionamiento. Del mismo modo es ventajoso cuando para la realización del procedimiento de prueba, consumidores del vehículo 2, como, por ejemplo, la instalación de aire acondicionado, sistema de sonido, sistema multimedia, calefacción de asiento, etc., están desconectados.

A través de la lectura de una temperatura del sistema de escape 12 puede comprobarse, también de forma automatizada, si el vehículo 2 está listo para la realización preferente del procedimiento de prueba. Este es el caso cuando la temperatura leída supera un valor límite predeterminado.

Durante la realización del procedimiento de prueba se detectan las emisiones de NOx con el sensor de NOx 6 y se evalúan en la unidad de evaluación 7. Esto se explica a continuación con referencia a las figuras 3 a 6.

La Fig.3 muestra las emisiones de NOx durante el procedimiento de prueba sin fallos en el sistema de escape 12. El procedimiento de prueba se utilizó en un vehículo diésel EU6 de 4 cilindros con un motor de combustión interna 10 con aproximadamente 2000ccm de cilindrada y una potencia de 110kW. El vehículo 2 está equipado con una recirculación de gases de escape y en el sistema de escape 12 con un filtro de partículas diésel con revestimiento catalítico y un adsorbedor de NOx. El motor de combustión interna 10 fue acondicionado antes de llevarse a cabo

el procedimiento de prueba a una temperatura de agua de refrigeración de aproximadamente 90 °C. El procedimiento de prueba comienza con un número de revoluciones de punto muerto de aproximadamente 800min^{-1} y se acelera en aproximadamente t_1 = 11s al número de revoluciones meta n_z de 2500min^{1}. El número de revoluciones meta n_z se mantiene durante un tiempo t_2 de aproximadamente 6s y tras ello se reduce abruptamente el número de revoluciones. En el caso libre de fallos (al menos con tecnología de medición disponible en el taller) resultan emisiones de NOx que apenas pueden medirse de algunas pocas ppm. La Fig.4 muestra el mismo procedimiento de prueba en el mismo vehículo 2 en caso de un adsorbedor de NOx completamente cargado. Puede reconocerse un claro aumento de las emisiones de NOx durante el procedimiento de prueba. En la Fig.5 se representa el procedimiento de prueba en el vehículo 2 con una válvula de recirculación de gases de escape bloqueada en un 20 % de apertura y en la Fig.6 con una válvula de recirculación de gases de escape bloqueada en un 50 % de apertura. También en este caso se reconoce respectivamente un claro aumento de las emisiones de NOx durante el procedimiento de prueba.

Tal como puede observarse en las Figs.4 a 6 resulta en caso de uso del procedimiento de prueba en caso de fallo en el sistema de escape 12 o en el sistema de tratamiento posterior de gas de escape 11 o en general en un sistema del vehículo 2 para la reducción de las emisiones de NOx (como, por ejemplo, NSC, LNT, EGR, etc.) un aumento marcado, brusco en las emisiones de NOx, que puede detectarse de manera segura y fiable en el taller también con tecnología de medición muy sencilla y no necesariamente muy precisa. Para ello puede haber en la unidad de evaluación 7 software, para detectar este aumento en las emisiones de NOx y de este modo comprobar un fallo en el vehículo 2. En este sentido pueden usarse naturalmente diferentes métodos de evaluación. En el más sencillo de los casos se controla simplemente la superación de un valor límite de NOx definido. Del mismo modo puede determinarse y evaluarse el valor máximo de las emisiones de NOx, por ejemplo, de nuevo mediante comparación con un valor límite. Además de ello puede evaluarse la tasa de aumento de las emisiones de NOx y en caso de una tasa de aumento determinada partirse de un fallo. Del mismo modo podría determinarse la cantidad total de NOx emitida durante el procedimiento de prueba, por ejemplo, mediante integración de las emisiones de NOx a través de tiempo t. Naturalmente pueden combinarse también varios métodos de evaluación, para llegar a una conclusión sobre un fallo. Es decisivo que debido al procedimiento de prueba se produzca en caso de fallo un aumento detectable, marcado, de las emisiones de NOx, que permita una conclusión fiable sobre si existe un fallo o no en el vehículo 2, en particular en sistemas, los cuales influyen en las emisiones de NOx.

Esto puede llegar incluso a que para un determinado vehículo 2 hayan memorizados diferentes desarrollos de emisión de NOx (valor máximo, tasa de aumento, valores integrales, etc.) durante un procedimiento de prueba predeterminado en caso de diferentes fallos. Mediante comparación de un desarrollo detectado de las emisiones de NOx durante el procedimiento de prueba puede concluirse entonces también un determinado fallo, lo cual puede facilitar la búsqueda de fallos.

Para poder reconocer con claridad un aumento en las emisiones de NOx durante el procedimiento de prueba, el aumento ha de ser naturalmente al menos mayor que un ruido de medición cualquiera del sensor de NOx 6 y mayor a la resolución de medición o a la resolución de una posible cuantificación de una señal de medición y mayor a un fallo de medición conocido. Los sensores químicos tienen típicamente una precisión de 50ppm en caso de una resolución de medición de 1ppm. En el caso del uso de sensores químicos un valor límite para un valor máximo de la emisión de NOx deberá encontrarse en consecuencia claramente por encima de 50ppm, por ejemplo, 100ppm, para garantizar una detección fiable.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el control de las emisiones de NOx de un vehículo (2) con motor de combustión interna (10) y con un sistema para la reducción de las emisiones de NOx, **caracterizado por que** el motor de combustión interna (10) se somete en el estado de reposo y en punto muerto del vehículo (2) a un procedimiento de prueba**,** en el cual se acelera el motor de combustión interna (10) desde un número de revoluciones inicial (n_s) de entre un número de revoluciones de punto muerto (n_L) predeterminado y un número de revoluciones (n) de 15 - 20 % del número de revoluciones máximo del motor de combustión interna (10) en un tiempo (ti) de 3 a 12 segundos, preferentemente 4 a 11 segundos, a un número de revoluciones meta (n_z) de 30 - 70 % del número de revoluciones máximo del motor de combustión interna (10), tras alcanzarse el número de revoluciones meta (n_z) se mantiene éste durante un tiempo (t_2) de al menos 3 segundos, preferentemente de al menos 5 segundos, y tras ello se reduce de nuevo el número de revoluciones (n), **que** se mide durante la realización del procedimiento de prueba la emisión de NOx en el gas de escape del vehículo (2), en cuanto que se extrae en el tubo de escape (3) del vehículo (2) gas de escape con una sonda de gas de escape (4) y se suministra a un dispositivo de medición (5) **y que** se concluye un fallo en el sistema para la reducción de las emisiones de NOx del vehículo (2), cuando en las emisiones de NOx medidas se detecta durante el procedimiento de prueba un aumento.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** como número de revoluciones meta (n_z) se usa un número de revoluciones de 2.500min^{-1} +/- 250min^{-1}.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** el motor de combustión interna (10) se lleva antes del inicio del procedimiento de prueba a una temperatura de agua de refrigeración, de aceite o de gases de escape predeterminada.

4. Procedimiento según la reivindicación 1 o 3, **caracterizado por que** a través de una interfaz de diagnóstico del vehículo (2) se lee una temperatura del sistema de escape (12) del vehículo (2) y se inicia el procedimiento de prueba cuando la temperatura leída supera un valor límite predeterminado.

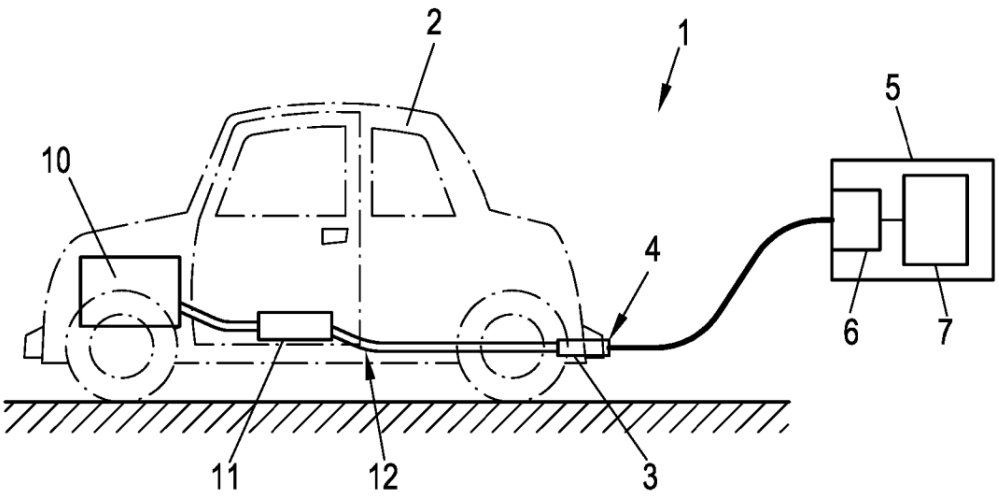

Fig. 1

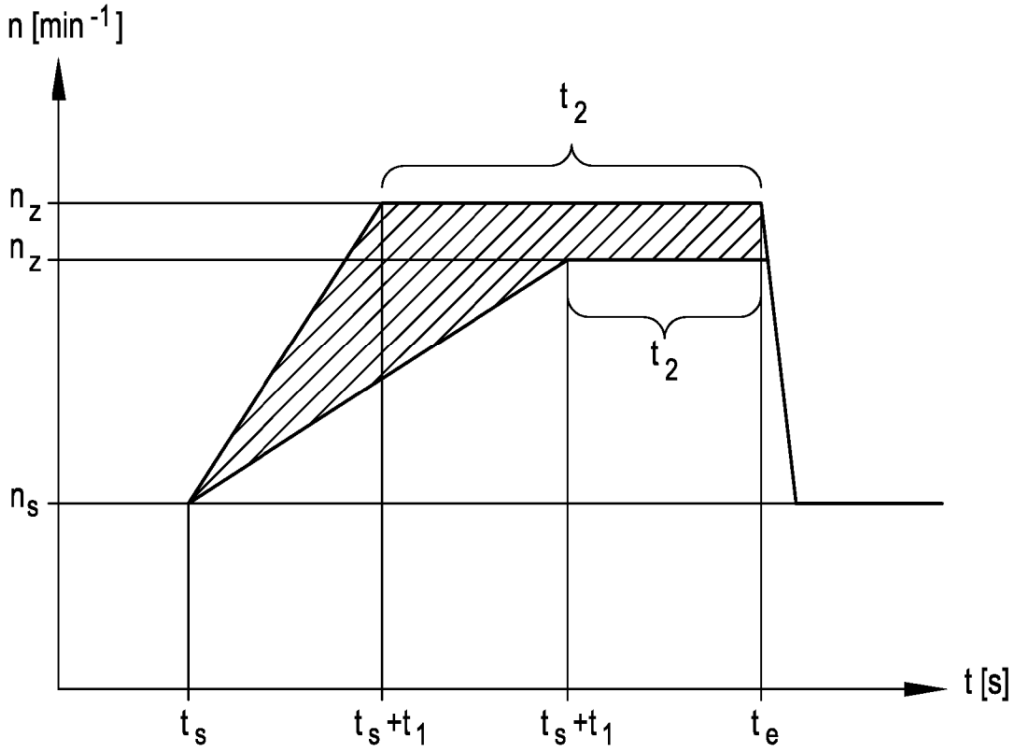

Fig. 2

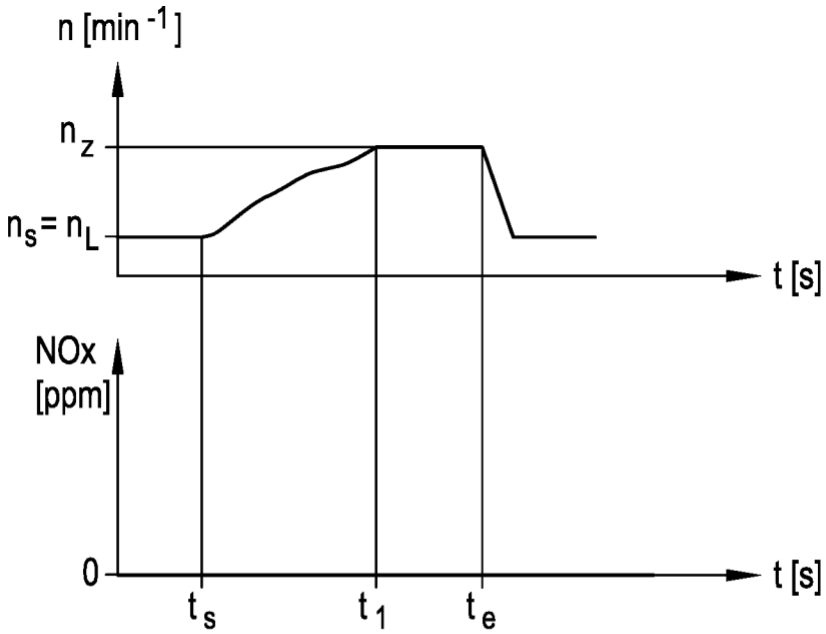
n [min -1]
n z
n s = n L
t [s]
NOx
[ppm]
0
t s
t 1
t e
t [s]

Fig. 3

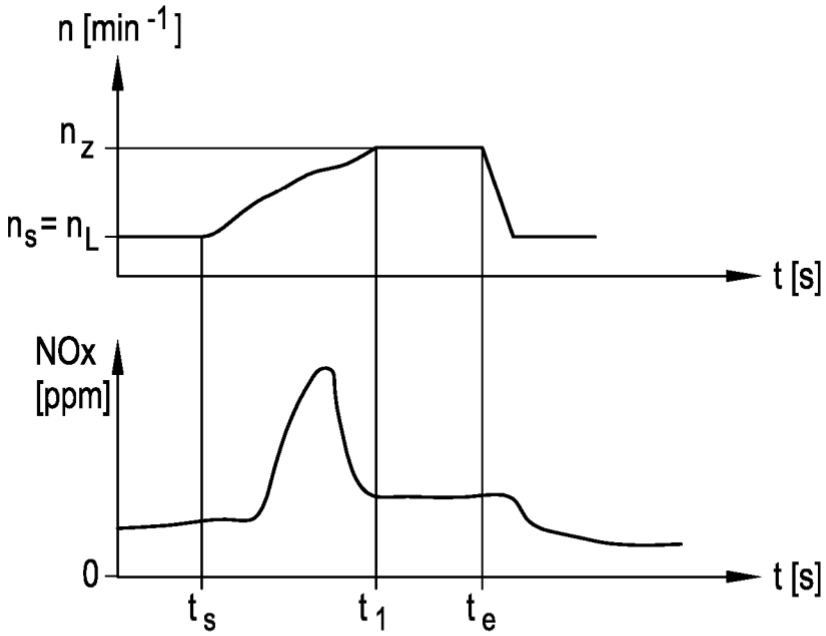
n [min -1]
n z
n s = n L
t [s]
NOx
[ppm]
0
t s
t 1
t e
t [s]

Fig. 4

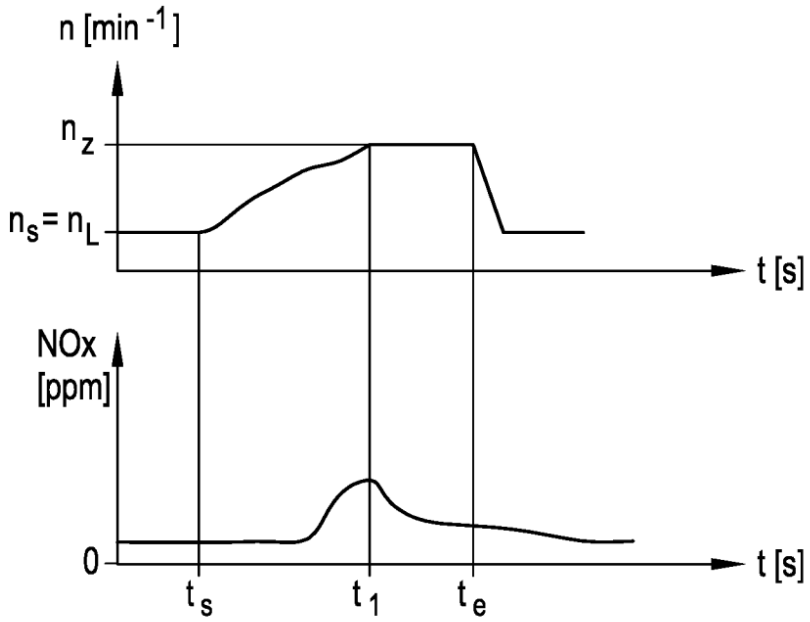
n [min -1]
n z
n s = n L
t [s]
NOx
[ppm]
0
t s
t 1
t e
t [s]

Fig. 5

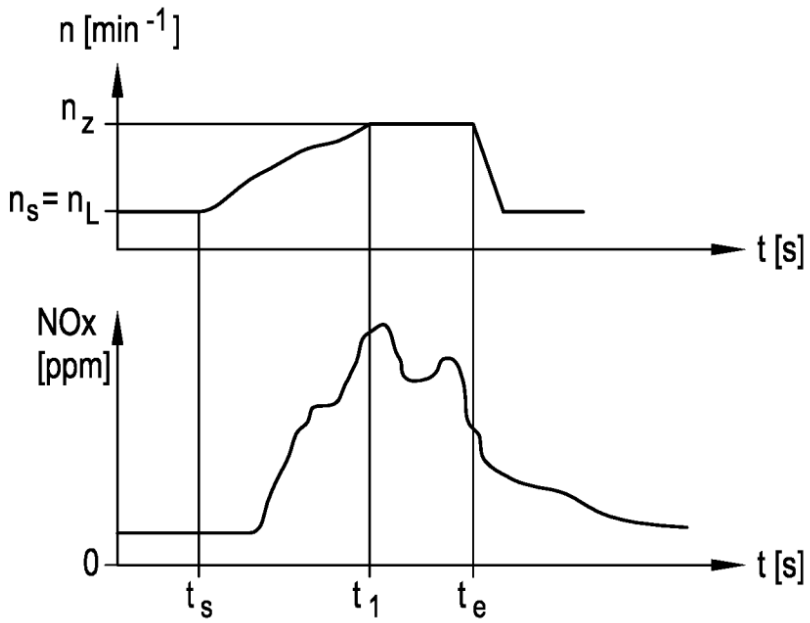
n [min -1]
n z
n s = n L
t [s]
NOx
[ppm]
0
t s
t 1
t e
t [s]

Fig. 6