

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 829**

51 Int. Cl.:

F01N 13/00 (2010.01)

F01N 3/035 (2006.01)

F01N 3/10 (2006.01)

F01N 9/00 (2006.01)

F01N 3/025 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2012 E 12711847 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2015 EP 2691621**

54 Título: **Método para suministrar energía térmica a un dispositivo de purificación de gases de escape dispuesto dentro de un tubo de escape de un motor de combustión interna**

30 Prioridad:

28.03.2011 DE 102011001596

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

09.02.2016

73 Titular/es:

**HJS EMISSION TECHNOLOGY GMBH & CO. KG
(100.0%)**

**Dieselweg 12
58706 Menden, DE**

72 Inventor/es:

**BAIER, BETTINA;
MAURER, BERND;
SCHREWE, KLAUS y
NOACK, FRANK**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 558 829 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

Método para suministrar energía térmica a un dispositivo de purificación de gases de escape dispuesto dentro de un tubo de escape de un motor de combustión interna

5 La invención se refiere a un procedimiento para suministrar energía térmica a una unidad de limpieza de gases de escape dispuesta en el conducto de gas de escape de un motor de combustión interna, particularmente de un motor diésel, calentando el gas de escape que fluye al interior de la unidad de limpieza de gases de escape a una temperatura objetivo, en cuyo procedimiento el gas de escape emitido por el motor de combustión interna es calentado a la temperatura objetivo mediante la conversión de hidrocarburos (HCs), que se dosifican al flujo de gas de escape, en dos catalizadores de oxidación dispuestos uno después del otro en la dirección de flujo del gas de escape, de entre cuyos catalizadores de oxidación el primer catalizador de oxidación, que está más cerca del motor de combustión interna en la dirección de flujo del gas de escape, está dispuesto en un conducto secundario y el segundo catalizador de oxidación, que está dispuesto aguas abajo del primer catalizador de oxidación, está dispuesto en el conducto de gas de escape después de la unión del conducto principal y el conducto secundario, en el que la dosificación de HC para el suministro de hidrocarburos al conducto secundario aguas arriba del primer catalizador de oxidación y/o el caudal másico del gas de escape que fluye a través del conducto secundario se establece en función de la temperatura real y la temperatura objetivo del gas de escape que fluye al interior de la unidad de limpieza de gases de escape.

Los motores de combustión interna, en la actualidad particularmente motores diésel, tienen unidades dispuestas en el conducto de gas de escape con el fin de reducir las emisiones nocivas o indeseadas. Dicha unidad puede ser un catalizador de oxidación, un filtro de partículas y/o una etapa SCR, por ejemplo. Un filtro de partículas se usa para atrapar las partículas de hollín emitidas por el motor de combustión interna. El hollín atrapado en el gas de escape se acumula sobre la superficie del lado del flujo de entrada del filtro de partículas. Con el fin de que la contrapresión de los gases de escape no aumente excesivamente y/o el filtro no corra un riesgo de obstrucción en el transcurso de acumulaciones de hollín sucesivas, se desencadena un procedimiento de regeneración cuando el filtro de partículas está suficientemente cargado con hollín. En dicho un procedimiento de regeneración, el hollín acumulado sobre el filtro se quema (oxida). Tras la conclusión de dicha oxidación del hollín, el filtro de partículas se encuentra en un estado regenerado. Sólo permanece un residuo de ceniza no combustible. Con el fin de que se produzca la oxidación de hollín, el hollín debe tener una temperatura determinada. En general, esta es de aproximadamente 600 grados centígrados. La temperatura a la que comienza dicha oxidación de hollín puede ser más baja, por ejemplo, si la temperatura de oxidación ha sido reducida por medio de un aditivo y/o proporcionando NO₂. Si el hollín tiene una temperatura que se encuentra por debajo de la temperatura de oxidación del hollín, para desencadenar el procedimiento de regeneración es necesario suministrar energía térmica para, de esta manera, poder desencadenar de manera activa la regeneración. La regeneración activa puede ser iniciada por medio de medidas en el interior del motor, en el sentido de que la combustión se cambia de manera que se emita un gas de escape que tiene una temperatura más alta. Sin embargo, en numerosas aplicaciones, especialmente en el campo no destinado al tráfico viario, se prefieren las medidas post-motor para causar la regeneración activa. En muchos casos, no es posible influir en las medidas del motor dentro del marco de la limpieza de gases de escape.

A partir del documento DE 20 2009 005 251 U1, se conoce un sistema de limpieza de gases de escape en el que el conducto de gas de escape se divide en un conducto principal y un conducto secundario para el propósito de provocar, de manera activa, la regeneración de un filtro de partículas. Un quemador catalítico está dispuesto en el conducto secundario, en el que el flujo parcial de gas de escape que fluye a través del conducto secundario es calentado por medio del quemador catalítico y, a continuación, es mezclado con el flujo parcial de gas de escape que fluye a través del conducto principal de manera que el caudal másico del gas de escape mezclado de esta manera tenga una temperatura significativamente superior. La elevación de la temperatura del flujo de gas de escape sirve para el propósito de calentar el hollín acumulado sobre el lado de entrada de flujo del filtro de partículas a una temperatura suficiente para desencadenar el procedimiento de regeneración. Un catalizador de oxidación dispuesto en el conducto secundario, con inyección de hidrocarburos aguas arriba, sirve como el quemador catalítico. Con el fin de controlar el caudal másico del gas de escape que fluye a través del conducto secundario, hay una clapeta de gas de escape en el conducto principal, por medio de la cual puede ajustarse el área de sección transversal en el conducto principal a través de la cual puede pasar libremente el flujo. Para el propósito de calentar el catalizador de oxidación dispuesto en el conducto secundario a su temperatura de encendido (la temperatura a y por encima de la cual se produce la conversión HC exotérmica deseada en la superficie catalítica), un elemento de calentamiento electrotérmico está dispuesto aguas arriba de dicho catalizador de oxidación. El elemento calentador es operado cuando este catalizador de oxidación debe ser calentado a su temperatura de encendido. En este documento, se describe también que el quemador catalítico dispuesto en el conducto secundario puede ser sobrecargado con el fin de suministrar, de esta manera, hidrocarburos a un segundo catalizador de oxidación dispuesto inmediatamente aguas arriba del filtro de partículas en la dirección de flujo, de manera que dichos hidrocarburos puedan reaccionar con la misma reacción exotérmica en la superficie catalítica de este segundo catalizador de oxidación. De esta manera, el calentamiento en dos etapas del gas de escape puede realizarse en el caso de este sistema de limpieza de gases de escape conocido anteriormente. Entonces, el gas de escape que fluye desde el segundo catalizador de oxidación tiene la temperatura necesaria para calentar el hollín acumulado sobre el lado de entrada de flujo del filtro de partículas

hasta el punto de que dicho hollín se oxida.

De la misma manera, puede ser deseable aumentar la temperatura de otras unidades de limpieza de gases de escape, tales como un catalizador de oxidación o una etapa SCR, para llevar más rápidamente dichas unidades de limpieza de gases de escape a la temperatura de funcionamiento de las mismas.

5 El documento DE 10 2006 033 929 A1 describe un procedimiento para adaptar la dosificación de un reactivo a ser introducido en la región de gas de escape de un motor de combustión interna y un dispositivo para realizar el procedimiento. En este procedimiento, el combustible puede servir como un reactivo, en el que dicho combustible se introduce en el conducto de gas de escape con el fin de efectuar el calentamiento deseado, por ejemplo, del dispositivo de limpieza de gases de escape dispuesto aguas arriba de un catalizador. El núcleo de este procedimiento conocido
10 anteriormente es la realización de una adaptación de manera que el dispositivo de control proporcionado para suministrar un reactivo pueda ser controlado mejor y, de esta manera, puedan evitarse dosificaciones inexactas.

Partiendo de esta técnica anterior descrita, el problema abordado por la invención es el de proponer un procedimiento por medio del cual, especialmente durante el funcionamiento dinámico del motor de combustión interna, por ejemplo un motor diésel en un vehículo, un procedimiento de regeneración para regenerar un filtro de partículas, pueda ser desencadenado
15 de manera selectiva, en un corto período de tiempo y al menos en gran parte sin influencias debidas a cambios de estado en el conducto de gas de escape, tal como el cambio de los caudales máxicos de gas de escape.

Según la invención, este problema se resuelve por medio de un procedimiento que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1, en el que

- 20 – según la masa del flujo de gas de escape total emitido por el motor de combustión interna y la temperatura real y la temperatura objetivo del gas de escape que fluye al interior de la unidad de limpieza de gases de escape, la dosificación de HC para suministrar hidrocarburos al conducto secundario aguas arriba del primer catalizador de oxidación y/o el caudal máxico del gas de escape que fluye a través del conducto secundario pueden ajustarse por medio de un valor de control auxiliar, a partir de una mapa característico de control auxiliar que tiene en cuenta el flujo de gas de escape y el cambio de temperatura a conseguir, en el que dicho valor de control auxiliar
25 corresponde o se acerca a las condiciones actuales,
- la temperatura real del gas de escape que fluye al interior de la unidad de limpieza de gases de escape se detecta repetidamente, y
- si se determina una diferencia entre la temperatura real y la temperatura objetivo, el ajuste de la dosificación HC y/o del caudal máxico del gas de escape que fluye a través del conducto secundario se cambia con el fin de
30 alcanzar la temperatura objetivo, en el que las etapas de supervisión de la temperatura se repiten hasta que se alcanza la temperatura objetivo.

En este procedimiento, se tienen en cuenta los estados actuales en el interior del conducto de gas de escape con relación a la masa de gas de escape que fluye a través del conducto de gas de escape y con relación a la temperatura del gas de escape que fluye al interior de la unidad de limpieza de gases de escape, por ejemplo, el filtro de partículas. Se supone
35 que la unidad de limpieza de gases de escape tiene aproximadamente la misma temperatura que tiene el flujo de gas de escape que fluye al interior de la unidad de limpieza de gases de escape. En una primera etapa, se determina el caudal máxico del gas de escape que emite el motor de combustión interna. Además, se determina la temperatura real indicada anteriormente. Estas especificaciones son necesarias con el fin de controlar el suministro de energía térmica, teniendo en cuenta la temperatura objetivo (la temperatura que debería tener el gas de escape que fluye al interior de la unidad de limpieza de gases de escape). En el caso de un filtro de partículas, la temperatura objetivo sería la temperatura que debe estar presente para el propósito de desencadenar un procedimiento de regeneración del filtro. Con el fin de que el flujo de gas de escape que fluye al interior de la unidad de limpieza de gases de escape pueda ser llevado a la temperatura objetivo en el lado de flujo de entrada con respecto a dicha unidad de limpieza de gases de escape en el menor tiempo posible, se realiza un primer ajuste de los parámetros que influyen en el procedimiento de calentamiento para calentar el
45 flujo de gas de escape (siendo dichos parámetros la dosificación de HC al primer catalizador de oxidación y el caudal máxico del gas de escape conducidos a través del primer catalizador de oxidación en el conducto secundario) en base a un valor de control auxiliar recuperado desde un mapa característico de control auxiliar almacenado con este propósito. El valor de control auxiliar que corresponde a los valores actuales (caudal máxico total del gas de escape y cambio de temperatura a conseguir) o, si dicho un valor de control auxiliar no está almacenado, se selecciona el valor de control auxiliar que se aproxima al mismo a partir del mapa de valores de control auxiliar almacenados. Si un valor de control auxiliar no está presente en el mapa característico, se realiza una interpolación entre los valores de control auxiliar que rodean a dicho valor de control auxiliar. Si el valor de control auxiliar requerido se encuentra fuera del mapa característico, puede realizarse una extrapolación o puede usarse el último valor de control almacenado en el mapa característico. En el caso de un valor de control obtenido mediante interpolación o extrapolación, los parámetros de funcionamiento para el
50 funcionamiento del quemador catalítico se establecen en base a dicho valor de control. El uso de dicho una mapa

característico de control auxiliar permite el ajuste deseado de los parámetros decisivos para el cambio de temperatura, de manera que se reduzca el tiempo para alcanzar la temperatura objetivo y, además, esto puede realizarse de manera que se preservan los recursos. Finalmente, puede evitarse un calentamiento excesivo y, de esta manera, un consumo de combustible excesivo (consumo de HC) por medio de dicha una medida.

5 La temperatura real es detectada repetidamente en el lado de salida con respecto al segundo catalizador de oxidación. Esta temperatura es la temperatura que el flujo de gas de escape tiene después de fluir al interior de la unidad de limpieza de gases de escape. De esta manera, puede comprobarse el cambio de temperatura efectuado. Si en esta observación se establece una diferencia entre la temperatura real y la temperatura objetivo, la dosificación de los hidrocarburos y/o el caudal másico del gas de escape que fluye a través del conducto secundario se cambian en consecuencia. Si todavía no se ha efectuado el cambio de temperatura deseado por medio del ajuste de control auxiliar y, por lo tanto, todavía no se ha alcanzado la temperatura objetivo deseada, puede aumentarse la dosificación de HC, por ejemplo, con el fin de conseguir un calentamiento más alto. Por otra parte, si la temperatura real es significativamente más alta que la temperatura objetivo, puede reducirse la dosificación de HC.

10 Los valores de control auxiliar almacenados en el mapa característico de control auxiliar no solo pueden ser comprobados por medio de la detección repetida de la temperatura real después del pre-ajuste. Más bien, por medio de esta medida, los cambios especialmente con relación al caudal másico del gas de escape que fluye a través del conducto de gas de escape, que cambia debido a la condición o condiciones que forman la base para la determinación del valor de control auxiliar, por ejemplo debido a un funcionamiento dinámico del motor de combustión interna, se toman en cuenta inmediatamente. Esto se aplica especialmente en el caso de un funcionamiento dinámico del motor de combustión interna en el estado frío, cuando el caudal másico del gas de escape aumenta debido a un cambio en el estado de funcionamiento y tiene un efecto refrigerador en este sentido. En tal caso, la dosificación de HC se aumentaría en consecuencia.

15 Las etapas de observación o detección de la temperatura real y la comparación de la temperatura real con la temperatura objetivo, que está dispuesta como una supervisión de temperatura en el contexto de esta exposición, se repite o se realiza de manera continua hasta que se alcanza la temperatura objetivo. Sin embargo, se prefiere una realización en el caso en el que, durante un cierto período de tiempo, se supervisa que se mantiene la temperatura objetivo. En el caso de un filtro de partículas como una unidad de limpieza de gases de escape, la supervisión de la temperatura se realiza típicamente durante toda la duración del procedimiento de regeneración de manera que el procedimiento de regeneración proceda como se desea.

20 El calentamiento en dos etapas es ventajoso en el caso de este procedimiento, ya que esto permite un diseño diferente de los catalizadores de oxidación. Por lo tanto, el catalizador de oxidación dispuesto en el conducto secundario puede tener dimensiones significativamente más pequeñas que el catalizador de oxidación situado en el conducto principal. Por lo tanto, el quemador catalítico dispuesto en el conducto secundario puede servir para calentar el catalizador de oxidación típicamente más grande dispuesto en el conducto principal de manera que dicho catalizador de oxidación sea calentado a la temperatura de encendido del mismo. Asimismo, tal como se dispone en una realización ejemplar preferida, el catalizador de oxidación dispuesto en el conducto secundario puede tener una carga de metal noble más alta que el segundo catalizador de oxidación dispuesto aguas abajo del mismo. Esto resulta en ventajas de coste.

25 La subsiguiente comprobación del cambio de temperatura conseguido por medio del ajuste de control auxiliar es usada típicamente, en el caso de que los ajustes han sido post-controlados en el transcurso de este procedimiento, para almacenar estos nuevos parámetros de ajuste en el mapa característico de control auxiliar como un nuevo valor de control auxiliar o como un valor de control auxiliar que reemplaza el valor de control auxiliar originalmente presente. Entonces, dicho procedimiento es de tipo auto-aprendizaje, de manera que los cambios causados por el sistema, por ejemplo, debido al envejecimiento, por ejemplo de los catalizadores de oxidación o similares, se compensan automáticamente. Al mismo tiempo, se crea de esta manera la posibilidad de poblar un mapa característico de control auxiliar, que está poblado inicialmente solamente con unos pocos valores de control auxiliar, con un número mucho mayor de valores de control auxiliar durante la duración de funcionamiento del motor de combustión interna o, de manera alternativa, corregir los valores de control auxiliar contenidos en el diagrama característico.

30 Si una interfaz al sistema de gestión del motor está presente o puede ser creada, el caudal másico total del gas de escape que es emitido por el motor de combustión interna puede ser determinado o proporcionado por medio de las funciones "carga" y "velocidad de rotación". La carga puede ser determinada, por ejemplo, por medio de la cantidad de aire aspirado. De manera alternativa o adicional, el caudal másico total del gas de escape puede ser determinado también haciendo que el caudal másico total del gas de escape sea calentado con una cantidad de energía definida y, a continuación, determinando el cambio de temperatura alcanzado por medio de esta cantidad de energía. La cantidad de energía introducida al caudal másico del gas de escape es proporcional al cambio de temperatura que puede alcanzarse de esta manera. Por lo tanto, el caudal másico del gas de escape puede ser calculado de una manera sencilla si se conocen la cantidad de energía suministrada y el cambio de temperatura generado de esta manera. Por supuesto, los valores de corrección, tales como el enfriamiento a lo largo de una distancia de flujo determinada o similar, pueden tenerse en cuenta

también en dicho cálculo en la determinación del cambio de temperatura. Dicha realización es particularmente adecuada para retroalimentar soluciones o en aplicaciones en las que no hay presente o no puede crearse una interfaz al sistema de gestión de motor.

5 Con el fin de poder realizar ya el procedimiento cuando el catalizador de oxidación dispuesto en la línea secundaria todavía no ha alcanzado la temperatura de encendido del mismo, según un ejemplo de realización, se prevé que un elemento de calentamiento termoeléctrico esté dispuesto aguas arriba del catalizador de oxidación. Dicho elemento de calentamiento se usa para precalentar el flujo de gas de escape que fluye a través del conducto secundario, por medio de cuyo flujo de gas de escape se calienta el catalizador de oxidación dispuesto aguas abajo del elemento de calentamiento. Con el propósito de pre-calentar el catalizador de oxidación, esto puede realizarse con una energía de calentamiento
10 electrotérmica constante y un caudal másico del gas de escape variable o también con una energía de calentamiento variable con un caudal másico del gas de escape constante.

Por supuesto, la determinación descrita anteriormente del caudal másico total mediante la evaluación del cambio de temperatura cuando se introduce una cantidad determinada de energía puede realizarse usando el catalizador de oxidación y una dosificación apropiada de hidrocarburos, así como por medio de dicho un elemento de calentamiento
15 eléctrico. El uso de un elemento de calentamiento termoeléctrico es preferible para este propósito, ya que una determinación de caudal másico total puede ser realizada independientemente de si el catalizador de oxidación ya está a o por encima de la temperatura de encendido del mismo o no. Además, la cantidad de energía introducida puede ser determinada de manera más precisa en el caso de dicho un elemento de calentamiento, ya que menos factores influyen en el calentamiento del flujo de gas de escape en comparación con el caso en el que se usa el quemador catalítico dispuesto en el conducto secundario para este propósito.
20

El caudal másico del gas de escape conducido a través del conducto secundario se ajusta por medio de un dispositivo de control adecuado. Por ejemplo, el dispositivo de control puede ser una clapeta de gas de escape dispuesta en el conducto principal. Por supuesto, también pueden usarse elementos restrictores ajustables, válvulas o similares en lugar de una clapeta de gas de escape. Dicho un dispositivo puede disponerse también en el conducto secundario o en ambos
25 conductos.

Este procedimiento se usa típicamente si el flujo de gas de escape todavía no ha alcanzado la temperatura necesaria para la regeneración automática del filtro de partículas, por lo tanto, especialmente en el caso de temperaturas de los gases de escape frías, por ejemplo en el caso de temperaturas tales como las que un gas de escape tiene después de un arranque del motor, durante el funcionamiento en vacío o con poca carga.

30 Según una realización preferida del procedimiento, el catalizador de oxidación dispuesto en el conducto secundario tiene una temperatura de encendido más baja que el segundo catalizador de oxidación dispuesto en el conducto principal. Esto tiene la ventaja de que el procedimiento puede ser usado ya a temperaturas más bajas, y sin el segundo catalizador de oxidación, que con relación al tamaño del mismo está dispuesto aguas arriba de la unidad de limpieza de gases de escape, por ejemplo aguas arriba del filtro de partículas, debiendo tener una carga de catalizador especialmente elevada.
35 Por supuesto, el segundo catalizador de oxidación indicado anteriormente ya puede ser la unidad de limpieza de gases de escape a ser llevada a su temperatura objetivo. Esto resulta en importantes ventajas de costes. Con el fin de obtener una temperatura de encendido baja de un catalizador de oxidación, dicho catalizador de oxidación debe tener una carga correspondientemente alta de un metal noble. En esta realización de procedimiento, sólo el catalizador de oxidación dispuesto en el conducto secundario necesita tener esto, y dicho catalizador de oxidación, a su vez, es relativamente pequeño con respecto al tamaño fabricado del mismo. El diseño del primer catalizador de oxidación, siendo dicho diseño relativamente pequeño con respecto al tamaño fabricado del mismo, significa además que dicho catalizador de oxidación puede ser llevado a la temperatura de encendido del mismo más rápidamente, ya que sólo debe calentarse una pequeña masa.
40

La dosificación de HC para el suministro al segundo catalizador de oxidación se produce preferiblemente por medio de la dosificación de HC mediante la cual los hidrocarburos son suministrados al primer catalizador de oxidación. Aquí, se utiliza el hecho de que sólo una cantidad determinada de HC puede ser convertida en el primer catalizador de oxidación. Esto significa que, en el caso de un exceso de dosificación (denominado sobre-rocido), los hidrocarburos no convertidos salen del primer catalizador de oxidación y pueden ser suministrados al segundo catalizador de oxidación como combustible. Típicamente, se prevé que dicho sobre-rocido no se produzca hasta que el segundo catalizador de oxidación ha alcanzado la temperatura de encendido del mismo. Esto puede observarse, por ejemplo, por medio de un detector de temperatura dispuesto aguas arriba del segundo catalizador de oxidación, a una corta distancia. Con el fin de suministrar hidrocarburos al segundo catalizador de oxidación, preferiblemente la dosificación de HC y el control de caudal másico del gas de escape se realizan de manera que los hidrocarburos sean suministrados al segundo catalizador de oxidación en la fase gaseosa con el fin de desencadenar de manera espontánea la reacción deseada en la superficie catalítica. Además, esto ayuda a una distribución uniforme de los hidrocarburos suministrados al segundo catalizador de oxidación sobre la superficie reactiva del segundo catalizador de oxidación.
45
50
55

De manera ventajosa, también se usa un elemento de calentamiento dispuesto aguas arriba del primer catalizador de oxidación para hacer que los hidrocarburos dosificados en el conducto secundario se evaporen en el mismo de manera que, de esta manera, los hidrocarburos puedan ser suministrados en la fase gaseosa también al primer catalizador de oxidación. Esto no sólo acelera la velocidad de reacción sino que también sirve para ayudar a una distribución uniforme de los hidrocarburos sobre la superficie del catalizador de oxidación. Además, cuando los hidrocarburos suministrados se descomponen de esta manera antes de su contacto con el catalizador de oxidación, se evitan las pérdidas de calor, que de otro modo tendrían que aceptarse cuando las gotas de líquido golpean la superficie catalítica. Por lo tanto, la eficiencia del catalizador de oxidación se mejora significativamente. De manera ventajosa, la dosificación de HC se produce frontalmente sobre el elemento de calentamiento en dicha una realización. Cuando el primer catalizador de oxidación ha sido calentado adecuadamente, el elemento de calentamiento puede apagarse, ya que de todos modos entonces se produce una evaporación espontánea en el catalizador de oxidación. En dicha realización, es ventajoso controlar el elemento de calentamiento de manera variable con relación a su energía, particularmente también de manera independiente del caudal másico del gas de escape que fluye a través del conducto secundario. Una inyección de los hidrocarburos después del motor resulta en no sólo una mayor eficiencia en comparación con el suministro de hidrocarburos por medio de medidas en el interior del motor, sino también en la prevención de la dilución de aceite debido a los hidrocarburos.

Para el funcionamiento del procedimiento descrito anteriormente, es ventajoso conducir el flujo de gas de escape emitido por el motor de combustión interna al menos parcialmente a través del conducto secundario para el pre-calentamiento del primer catalizador de oxidación antes de que el primer catalizador de oxidación sea puesto en funcionamiento. También es ventajoso conducir el gas de escape emitido por el motor de combustión interna a través del conducto secundario con el fin de realizar un purgado después del final de una fase de funcionamiento del catalizador de oxidación contenido en el conducto secundario. Por una parte, esto sirve al propósito de que el catalizador de oxidación sea enfriado por el gas de escape que fluye a través del catalizador de oxidación, cuyo gas de escape está frío en comparación con la temperatura del catalizador de oxidación y el catalizador de oxidación no se sobrecalienta. Además, los hidrocarburos contenidos todavía en el conducto secundario bajo ciertas circunstancias son eliminados del conducto secundario. El post-purgado descrito anteriormente se realiza preferiblemente inmediatamente después del funcionamiento catalítico del primer catalizador de oxidación. A continuación, el catalizador de oxidación todavía está suficientemente caliente para que los hidrocarburos contenidos en el conducto secundario reaccionen en el catalizador de oxidación y, por lo tanto, no salgan como hidrocarburos. De esta manera, se contrarresta un posible escape de hidrocarburos.

Otras ventajas y realizaciones de la invención resultan de la descripción siguiente de un ejemplo de realización con referencia a las Figuras adjuntas.

La Fig. 1: muestra una representación esquematizada de un sistema de limpieza de gases de escape.

La Fig. 2: muestra gráficos para presentar el comportamiento de la temperatura en diferentes puntos dentro del sistema de limpieza de gases de escape durante la realización de un ensayo NRTC.

La Fig. 3: muestra gráficos para presentar el comportamiento de la temperatura en diferentes puntos dentro del sistema de limpieza de gases de escape durante la realización de un ensayo WHTC.

La Fig. 4: muestra una ilustración esquematizada para resumir los resultados de los ensayos presentados en las Figuras 2 y 3.

Un sistema 1 de limpieza gas de escape está dispuesto aguas abajo de un motor diésel de un vehículo. El propio motor diésel no se muestra en la Figura 1.

El sistema 1 de limpieza de gases de escape tiene, como una unidad de limpieza de gases de escape, un filtro 2 de partículas, entre otras cosas. Aguas arriba del filtro 2 de partículas, el conducto de gas de escape del sistema 1 de limpieza de gases de escape se divide en un conducto 3 principal y un conducto 4 secundario. El conducto 3 principal es parte del conducto de gas de escape real, mientras que el conducto 4 secundario está diseñado en la manera de una derivación. En el ejemplo de realización ilustrado, el área de sección transversal a través de la que puede pasar libremente el flujo es igual en el conducto 3 principal y en el conducto 4 secundario. También son posibles realizaciones en las que el área de sección transversal a través de la que puede pasar libremente el flujo es menor o mayor en el conducto 4 secundario que en el conducto 3 principal. El conducto de gas de escape se ramifica en el conducto 3 principal y el conducto 4 secundario en la posición marcada con el signo de referencia 5. En la posición 6, el conducto 4 secundario conduce de nuevo al conducto 3 principal. El filtro 2 de partículas está dispuesto aguas abajo de la posición 6. Un catalizador 7 de oxidación está dispuesto inmediatamente aguas arriba del filtro 2 de partículas.

En el ejemplo de realización ilustrado, una clapeta 8 de gas de escape insertada en el conducto 3 principal sirve al propósito de controlar el caudal másico del gas de escape que debería fluir a través del conducto 4 secundario. Un quemador 9 catalítico está dispuesto en el conducto 4 secundario. El quemador 9 catalítico comprende un catalizador 10 de oxidación y un puerto 11 de HC dispuesto aguas arriba del mismo en la dirección de flujo del gas de escape para

dosificar los hidrocarburos en el conducto 4 secundario. En el ejemplo de realización ilustrada, un elemento 12 calentador eléctrico está dispuesto aguas arriba del catalizador 10 de oxidación en la carcasa del catalizador 10 de oxidación. En aras de la simplicidad, no se ilustra la conexión eléctrica del elemento 12 de calentamiento, ni la conexión del puerto 11 de HC al suministro de combustible diésel del motor.

5 El sistema 1 de limpieza de gases de escape del ejemplo de realización ilustrado tiene cuatro detectores 13, 13.1, 13.2, 13.3 de temperatura. El detector 13 de temperatura está dispuesto aguas arriba de la derivación 5. El detector 13.1 de temperatura se usa para detectar la temperatura de salida del catalizador 10 de oxidación. El detector 13.2 de temperatura está dispuesto en el lado de entrada con respecto al catalizador 7 de oxidación, y el detector 13.3 de temperatura está dispuesto en el lado de salida con respecto al catalizador 7 de oxidación. En algunos casos, los detectores de temperatura pueden ser reemplazados también por el uso de modelos de temperatura, por ejemplo, los detectores 13 y/o 13.2 de temperatura.

15 En la dirección de flujo del gas de escape emitido por el motor diésel, el caudal másico del gas de escape que fluye a través del conducto 4 secundario que debería ser conducido a través del primer catalizador 10 de oxidación más cercano al motor diésel puede ser controlado mediante el control de la clapeta 8 de gas de escape. El gas de escape calentado durante el funcionamiento del quemador 9 catalítico se mezcla con el gas de escape que fluye a través del conducto 3 principal después de que se unen los dos conductos 3, 4 y antes del catalizador 7 de oxidación de manera que el flujo de gas de escape que fluye al interior del catalizador 7 de oxidación tenga una temperatura de mezclado correspondiente a las proporciones respectivas de los flujos parciales de gas de escape. El quemador 10 catalítico se usa para calentar el catalizador 7 de oxidación con el fin de llevar el catalizador 7 de oxidación a y por encima de la temperatura de encendido del mismo.

20 El catalizador 10 de oxidación dispuesto aguas abajo del motor diésel en el conducto 4 secundario tiene un tamaño fabricado significativamente menor en comparación con el segundo catalizador 7 de oxidación. Además, la carga catalítica de los dos catalizadores 7, 10 de oxidación es diferente. El catalizador 10 de oxidación tiene una mayor carga de metal noble, por ejemplo, con uso de platino, que el catalizador 7 de oxidación. Por lo tanto, la temperatura de encendido del catalizador 10 de oxidación es menor que la del segundo catalizador 7 de oxidación dispuesto aguas abajo del catalizador 10 de oxidación. En el ejemplo de realización ilustrado, la carga del catalizador 10 de oxidación es ajustada de manera que el catalizador 10 de oxidación tenga una temperatura de encendido de aproximadamente 200 grados centígrados. La carga del catalizador 7 de oxidación es menor. La temperatura de encendido del mismo es de aproximadamente 250 grados en el ejemplo de realización ilustrado. Si se desea, esta temperatura de encendido también puede ser más alta.

25 El catalizador 7 de oxidación recibe los hidrocarburos necesarios para calentar el flujo de gas de escape con la ayuda del catalizador 7 de oxidación a través del puerto 11 de HC, concretamente mediante la dosificación de una cantidad de HC que es mayor que la cantidad que puede ser convertida por el catalizador 10 de oxidación. Los hidrocarburos no convertidos en el catalizador 10 de oxidación son convertidos a continuación en el catalizador 7 de oxidación con el efecto exotérmico deseado.

30 Los detectores y actuadores del sistema 1 de limpieza de gases de escape están conectados a una unidad de control, que no se presenta más detalladamente. Por medio de la unidad de control, los detectores, aquí especialmente los detectores 13, 13.1, 13.2, 13.3 de temperatura, pueden ser leídos y los actuadores, aquí el puerto 11 de HC, el elemento 12 de calentamiento y la clapeta 8 de gas de escape, pueden ser controlados. La unidad de control tiene acceso a un controlador auxiliar, en el que los ajustes de los actuadores indicados anteriormente del sistema 1 de limpieza de gases de escape se almacenan en función del caudal másico del gas de escape emitido por el motor diésel, el contenido de oxígeno contenido en el mismo y la temperatura del caudal másico del gas de escape con relación a una temperatura objetivo a la que se produce la regeneración del filtro 2 de partículas.

35 Por medio del diseño del sistema 1 de limpieza de gases de escape descrito anteriormente, se forma un quemador catalítico de dos etapas para calentar el filtro 2 de partículas a una temperatura de regeneración, por medio de cuyo quemador catalítico incluso el gas de escape frío puede ser calentado, en un corto período de tiempo e incluso durante el funcionamiento dinámico del motor diésel, a la temperatura necesaria para desencadenar el procedimiento de regeneración. El quemador catalítico contenido en el conducto 4 secundario, junto con el conducto 3 principal paralelo con la clapeta 8 de gas de escape dispuesta en su interior, forma un módulo de calentamiento. El calentamiento del gas de escape emitido de manera que el filtro de partículas sea regenerado se produce por medio de las etapas siguientes:

40 Si la regeneración del filtro 2 de partículas debe realizarse a temperaturas de gas de escape bajas, es decir, a temperaturas a las que la oxidación de hollín no se realizará automáticamente, los actuadores 8, 11, 12 del sistema 1 de limpieza de gases de escape se ajustan para suministrar calor adicional al flujo de gas de escape en función del caudal másico del gas de escape emitido actualmente y la temperatura del mismo. La recuperación de dicho un valor de control auxiliar hace que sea posible que la temperatura del gas de escape en el lado de entrada de flujo con respecto al filtro 2 de partículas tenga la temperatura objetivo dentro de un corto período de tiempo. En el ejemplo de realización ilustrado, el

sistema 1 de limpieza de gases de escape tiene también un detector 14 lambda, mediante el cual puede determinarse el contenido de oxígeno contenido en el flujo de gas de escape. El contenido de oxígeno se almacena asimismo en el mapa característico de control auxiliar como condición para que el valor de control auxiliar sea recuperado.

5 A continuación, los actuadores 8, 11 y 12 se ajustan por medio del valor de control auxiliar obtenido desde el mapa característico de control auxiliar. En el ejemplo de realización ilustrado, el elemento 12 de calentamiento dispuesto aguas arriba del catalizador 10 de oxidación se usa para precalentar el flujo de gas de escape que fluye al interior del catalizador 10 de oxidación no sólo con el fin de llevar el catalizador 10 de oxidación a la temperatura de encendido del mismo sino también con el fin de evaporar la cantidad de HC dosificada a través del puerto 11 de HC. Por lo tanto, en el lado de salida con respecto al elemento 12 de calentamiento, el caudal másico del gas de escape se enriquece con los hidrocarburos situados en su interior en la fase gaseosa. Con el fin de tener una distribución uniforme especialmente buena de los hidrocarburos en el interior del flujo de gases de escape a medida que el flujo de gas de escape fluye al interior del catalizador 10 de oxidación, se prevé, en un ejemplo de realización no ilustrado en las Figuras, que los hidrocarburos introducidos sean aplicados centralmente al elemento 12 de calentamiento. Además, el elemento 12 de calentamiento tiene la ventaja de que el puerto 11 de HC puede estar dispuesto cuasi inmediatamente aguas arriba del elemento 12 de calentamiento. De esta manera, el sistema 1 de limpieza de gases de escape puede ser diseñado de manera muy compacta. En función de la posición de la clapeta 8 de gas de escape, la totalidad del caudal másico del gas de escape o sólo una parte del mismo fluye a través del conducto 4 secundario, según el ajuste.

20 En el ejemplo de realización ilustrado, el caudal másico del gas de escape emitido actualmente por el motor diésel es determinado por medio de datos (en este caso, de carga y velocidad de rotación) proporcionados por el sistema de gestión del motor.

Mediante el calentamiento del caudal másico del gas de escape que fluye a través del conducto 4 secundario, el segundo catalizador 7 de oxidación es calentado y llevado por encima de la temperatura de encendido del mismo. Esto se comprueba por medio de los detectores 13.2 y/o 13.3 de temperatura. Si el catalizador 7 de oxidación ha llegado a la temperatura de encendido del mismo, la dosificación de HC se aumenta con el fin de suministrar los hidrocarburos necesarios para la reacción exotérmica deseada al catalizador 7 de oxidación por medio de sobre-rocio del catalizador 10 de oxidación. Por medio del detector 13,3 de temperatura, se detecta la temperatura del flujo de gas de escape en el lado de salida con respecto al catalizador 7 de oxidación y, de esta manera, en el lado de flujo de entrada con respecto al filtro 2 de partículas. Por medio de una comparación de temperatura real/objetivo, se determina si el ajuste realizado ha conducido o no al cambio de temperatura deseado. Si la temperatura real se desvía de la temperatura objetivo, el ajuste con relación a la dosificación de HC se cambia y/o el caudal másico del gas de escape que fluye a través del conducto 4 secundario se cambia ajustando de manera apropiada la clapeta 8 de gas de escape. Por medio de esta supervisión de la temperatura en el lado de salida con respecto al catalizador 7 de oxidación, se comprueba el valor de control auxiliar almacenado en el mapa característico de control auxiliar y, además, especialmente los cambios en el funcionamiento del motor diésel se detectan casi inmediatamente y son compensados por medio de un cambio apropiado en el ajuste de la dosificación de HC o el caudal másico del gas de escape conducido a través del conducto 4 secundario a fin de mantener la temperatura objetivo, al menos en la medida de lo posible. Si se desea, el ajuste cambiado puede ser almacenado además como un valor nuevo o posiblemente un valor de control auxiliar adicional en el mapa característico de control auxiliar y entonces está disponible para futuros procedimientos de regeneración.

40 Si el flujo de gas de escape que fluye al interior del filtro 2 de partículas tiene una temperatura superior a la temperatura de oxidación de hollín, es decir, aproximadamente 600-610 grados centígrados, comienza el procedimiento de regeneración deseado. En el ejemplo de realización ilustrado, la supervisión de la temperatura descrita anteriormente se usa no sólo para desencadenar el procedimiento de regeneración, sino también para garantizar que un gas de escape que tiene al menos la temperatura de oxidación de hollín necesaria fluya al interior del filtro 2 de partículas durante la duración del procedimiento de regeneración. Puede preverse que la duración de regeneración sea determinada o estimada por medio de una determinación previa de la cantidad de hollín acumulada sobre la superficie del filtro. Durante este tiempo, la supervisión de la temperatura descrita anteriormente se realiza entonces con la adaptación necesaria de los actuadores en cuestión del sistema 1 de limpieza de gases de escape, si es necesario. Tras la conclusión del procedimiento de regeneración, la clapeta 8 de gas de escape se coloca en una posición en la que el flujo de gas de escape fluye principalmente a través del conducto 3 principal.

50 La Figura 2 muestra un registro de regeneración de una ejecución de ensayo en la que el motor diésel se hizo funcionar según el ciclo transitorio no de carretera (Non-Road Transient Cycle CNRT). Este es un ensayo dinámico. En el gráfico superior de la Figura 2 se representa gráficamente el caudal másico total del gas de escape. El funcionamiento dinámico del motor diésel queda claro por las correspondientes fluctuaciones reconocibles. El valor objetivo del caudal másico del gas de escape conducido a través del conducto 4 secundario se representa además en el gráfico superior. El gráfico central muestra la cantidad de HC suministrada a través del puerto 11 de HC. En el gráfico inferior se trazan curvas de temperatura.

En este ensayo, la temperatura del gas de escape (curva "Gas de escape") emitido por el motor diésel al comienzo del

ensayo es de aproximadamente 100 grados centígrados. A esta temperatura del gas de escape, debería provocarse la regeneración del filtro de partículas. En una primera etapa, el catalizador 10 de oxidación dispuesto en el conducto 4 secundario es llevado a o por encima de la temperatura de encendido del mismo. Para este propósito, un flujo parcial de gas de escape es conducido a través del conducto 4 secundario y se suministra corriente al elemento 12 de calentamiento. La curva de temperatura del elemento 12 de calentamiento se muestra en el gráfico inferior y se designa como HE. En este ensayo, el elemento 12 de calentamiento se apagó en el tiempo t_1 , después de que el catalizador 10 de oxidación había sido calentado significativamente por encima de la temperatura de encendido del mismo de aproximadamente 200 grados centígrados. A continuación, los hidrocarburos se dosifican al flujo de gas de escape que fluye a través del conducto 4 secundario a través del puerto 11 de HC. La reacción catalítica de los hidrocarburos suministrados viene indicada por el aumento de la temperatura en t_2 (aproximadamente 120 segundos) en la curva de temperatura "Después de DOC I". Si el catalizador 7 de oxidación ha alcanzado la temperatura de encendido del mismo, la dosificación de HC se aumenta en el tiempo t_3 con el fin de suministrar los hidrocarburos a este catalizador 7 de oxidación, así como para desencadenar la conversión deseada. Estos hidrocarburos suministrados a través del puerto 11 de HC no se convierten en el catalizador 10 de oxidación y se suministran al catalizador 7 de oxidación en la fase gaseosa. El suministro de hidrocarburos al catalizador 7 de oxidación viene indicado por el rápido aumento de la curva de temperatura "Después de DOC II" poco después del tiempo t_3 .

Si el cambio de temperatura en el lado de salida con respecto al catalizador 7 de oxidación (curva "Después de DOC II") efectuado por medio del valor de control auxiliar recuperado desde el mapa característico de control auxiliar para controlar los actuadores del sistema 1 de limpieza de gases de escape todavía no es suficiente para alcanzar la temperatura deseada de aproximadamente 600 grados centígrados, los ajustes de los actuadores del sistema de limpieza de gases de escape se cambian, lo cual es reconocible en un nuevo aumento de la curva de temperatura "Después de DOC II").

Una comparación de las curvas de la temperatura "Después de DOC I" y "Antes de DOC II" mostradas en la Figura 2 en el gráfico inferior ilustra la homogeneización de la temperatura del gas de escape que fluye hacia el segundo catalizador 7 de oxidación efectuada por el mezclado del flujo parcial del gas de escape conducido desde el conducto 4 secundario con el flujo parcial de gas de escape conducido a través del conducto 3 principal. También es evidente el cambio de temperatura efectuado por el funcionamiento del catalizador 7 de oxidación (DOC II), que se indica mediante la curva "Después de DOC II". De esta manera, por medio de este procedimiento, la temperatura del segundo catalizador de oxidación y del filtro 2 de partículas puede ser supervisada independientemente de la ejecución o no ejecución de un procedimiento de regeneración, es decir, en el sentido de que se evitan los ciclos de temperatura rápidos. De esta manera, la vida de servicio del catalizador de oxidación y del filtro de partículas se incrementa significativamente, especialmente si el catalizador de oxidación y el filtro de partículas se producen a partir de un sustrato cerámico.

Como orientación, la temperatura de encendido del catalizador 10 de oxidación se alcanza con T_1 y la del catalizador 7 de oxidación se alcanza con T_2 en este gráfico de temperatura. T_3 es la temperatura a y por encima de la cual se produce la oxidación de hollín.

La Figura 3 muestra una ejecución de ensayo adicional, que corresponde a la Figura 2, en principio. La configuración del ensayo de la Figura 3 difiere de la de la Figura 2 en que se ha realizado un ciclo diferente. El ciclo según la Figura 3 ha sido realizado en base a un ciclo de ensayos de conducción armonizado a escala mundial de condiciones transitorias (World Harmonized Transient Cycle, WHTC).

Las dos ejecuciones de ensayo muestran claramente que, a pesar de las grandes fluctuaciones en el funcionamiento dinámico del motor diésel en el lado de salida con respecto al segundo catalizador 7 de oxidación (curva "Después de DOC II"), puede detectarse una temperatura del gas de escape sometida sólo a ligeras fluctuaciones. Esto evidencia que, mediante el procedimiento descrito anteriormente, las fluctuaciones dinámicas pueden ser contrarrestadas con un tiempo de respuesta corto y, además, un procedimiento de regeneración del filtro 2 de partículas puede proceder según lo previsto incluso en el caso de dichas fluctuaciones y a temperaturas muy bajas de los gases de escape.

El calentamiento del flujo de gas de escape con el fin de causar la oxidación de hollín en el filtro 2 de partículas con el fin de regenerar el filtro 2 de partículas se esquematiza en la Figura 4 como un resumen de los resultados de los análisis según las Figuras 2 y 3. Las especificaciones de temperatura T_1 , T_2 , T_3 corresponden a las de las Figuras 2 y 3. La Figura 4 evidencia que, debido al uso del elemento 12 de calentamiento, el tamaño fabricado más pequeño y la mayor carga de metal noble del catalizador 10 de oxidación (DOC I) dispuesto en el conducto 4 secundario, dicho catalizador 10 de oxidación se calienta más rápidamente que el catalizador 7 de oxidación (DOC II) dispuesto en el conducto 3 principal.

El procedimiento de control descrito anteriormente se superpone con una comprobación u observación de la temperatura del catalizador 10 de oxidación dispuesto en el conducto 4 secundario de manera que dicho catalizador 10 de oxidación no se caliente por encima de la temperatura máxima permisible del mismo. Si dicho catalizador 10 de oxidación tiene riesgo de calentarse demasiado, se reduce la dosificación HC y/o se aumenta el caudal másico del gas de escape conducido a través del conducto 4 secundario.

El elemento 12 de calentamiento dispuesto en el conducto 4 secundario puede ser usado para comprobar la funcionalidad

- de la clapeta 8 de gas de escape. Esto ocurre mientras una condición de funcionamiento del motor diésel se mantiene lo más constante posible durante la duración de la medición. En base a la masa de gas de escape emitida por el motor diésel, se espera un cambio de temperatura determinado cuando se suministra una cantidad determinada de energía con el fin de calentar el elemento 12 de calentamiento. Si el cambio de temperatura detectado se desvía significativamente del cambio de temperatura esperado, esta es una indicación de que la clapeta 8 de gas de escape no está en la posición correcta y, por lo tanto, el flujo de gas de escape requerido no es conducido a través del conducto 4 secundario.
- En el caso del sistema de limpieza de gases de escape descrito, también se oxida CO en el catalizador 7 de oxidación situado en el conducto principal y, de esta manera, se reduce la emisión de CO. Por lo tanto, por supuesto, un catalizador de oxidación solo sin un filtro de partículas dispuesto aguas abajo del mismo puede ser usado como la unidad de limpieza de gases de escape cuya temperatura de funcionamiento debería ser supervisada.
- Con el fin de llevar el catalizador de oxidación dispuesto en el conducto secundario a la temperatura de funcionamiento del mismo, si el gas de escape emitido por el motor de combustión interna tiene una temperatura suficiente, es posible conducir el flujo de gas de escape completa o parcialmente a través del conducto secundario durante un cierto tiempo. Esto sirve al propósito de pre-calentar el catalizador de oxidación dispuesto en el conducto secundario, en la medida que sea posible por la temperatura del gas de escape, a fin de llevar dicho catalizador de oxidación a la temperatura de funcionamiento del mismo. En el caso de esta medida, todo el flujo de gas de escape puede ser conducido a través del conducto secundario. Típicamente, dicha una medida se realizará antes de una regeneración prevista del filtro de partículas. Por supuesto, además, el elemento de calentamiento dispuesto en el conducto secundario puede ser usado también con el propósito de pre-calentar el catalizador de oxidación.
- El procedimiento descrito anteriormente puede contener adicionalmente funciones de diagnóstico, que pueden ser usadas individualmente o en combinación unas con las otras. Por ejemplo, en este contexto puede producirse una comprobación previa antes de la realización del procedimiento, concretamente, para determinar si el procedimiento puede ser puesto en servicio o no. Esto comprende una comprobación de la funcionalidad de los componentes que intervienen en la realización del procedimiento para detectar la presencia de posibles defectos. Típicamente, esto comprende también la detección de la temperatura en el catalizador de oxidación contenido en el conducto secundario. Si, por ejemplo, se determina que la temperatura de dicho catalizador de oxidación todavía se encuentra por debajo de la temperatura de encendido del mismo, puede generarse una indicación de fallo y/o puede retrasarse una inyección de hidrocarburos hasta que dicho catalizador haya alcanzado la temperatura de encendido del mismo. Lo mismo se aplica consiguientemente al funcionamiento del segundo catalizador de oxidación, concretamente en el sentido de que el sobre-rocado del primer catalizador de oxidación no está permitido hasta que el segundo catalizador haya alcanzado una temperatura que es igual o mayor que la temperatura de encendido del segundo catalizador.
- Pueden realizarse otras funcionalidades de diagnóstico en relación a las velocidades de conversión de los dos catalizadores de oxidación. Puede realizarse un examen de funcionalidad de los catalizadores de oxidación, por ejemplo, por medio de una introducción de una cantidad predefinida de hidrocarburos al caudal másico del gas de escape que fluye al interior del catalizador de oxidación y mediante el cambio de temperatura calculado a partir de la misma con el conocimiento del caudal másico del gas de escape en una comparación con el cambio de temperatura efectuado realmente. De esta manera, pueden detectarse acontecimientos de envejecimiento inesperados en los catalizadores de oxidación. En contraste, en los diagnósticos se tiene en cuenta el envejecimiento de los catalizadores de oxidación, relacionado con el sistema y el material.
- Una funcionalidad de diagnóstico adicional puede ser realizada con el fin de comprobar el elemento de control por medio del cual se controla el flujo de gas de escape que fluye a través del conducto secundario. Además del procedimiento ya descrito anteriormente, este elemento de control puede ser realizado también sin la necesidad de añadir hidrocarburos al caudal másico del gas de escape. Esto se consigue utilizando el hecho de que el conducto principal y el conducto secundario tienen diferentes pérdidas de calor. Debido a que estas cantidades son conocidas, la funcionalidad del elemento de control puede ser examinada mediante la comparación de las temperaturas del gas de escape, medidas en el detector 13 de temperatura y el detector 13.2 de temperatura, y la pérdida de calor determinada de esta manera para una posición especificada del elemento de control, por ejemplo, la clapeta 8 de gas de escape. Cuando la clapeta de gas de escape está en el estado cerrado, la totalidad del caudal másico del gas de escape fluye a través del conducto secundario y, por lo tanto, en el caso de un caudal másico del gas de escape conocido de antemano, en el detector 13.2 de temperatura debería medirse una temperatura correspondiente a la temperatura medida en el detector 13 de temperatura menos la pérdida de calor del conducto secundario. Lo mismo se aplica en la otra posición de extremo de la clapeta de gas de escape, es decir, cuando la clapeta de gas de escape está abierta y todo el caudal másico del gas de escape fluye a través del conducto principal.
- El procedimiento de suministro de energía térmica se realiza de manera ventajosa de manera que los escapes de HC se mantengan tan pequeños como sea posible, si no se evitan completamente. Los procedimientos de diagnóstico descritos anteriormente ayudan a conseguir este objetivo. Además, si se hace necesario un aumento en la cantidad de HC a suministrar, es ventajoso diseñar este aumento en la forma de una rampa y no aumentar de repente la cantidad de

dosificación de HC.

5 La invención se describe en base a un ejemplo de realización en el que la temperatura de encendido del catalizador de oxidación en el conducto secundario, debido a una mayor carga de metal noble, es menor que la del catalizador de oxidación dispuesto en el conducto principal y aguas abajo del catalizador de oxidación indicado anteriormente. En principio, esto no es necesario. En su lugar, el catalizador de oxidación dispuesto en el conducto secundario puede tener también una temperatura de encendido correspondiente al catalizador de oxidación dispuesto en el conducto principal o una temperatura de encendido diferente si el catalizador de oxidación dispuesto en el conducto secundario puede ser llevado a la temperatura de encendido del mismo más rápidamente que el otro catalizador de oxidación dispuesto aguas abajo del mismo mediante otros medios, por ejemplo mediante un dispositivo de calentamiento diseñado de manera correspondiente.

10 La descripción de la invención evidencia que, mediante el procedimiento descrito, no sólo una unidad de limpieza de gases de escape, tal como un filtro de partículas, dispuesta en el conducto de gas de escape de un motor de combustión interna, puede ser llevada a una temperatura objetivo, sino también que puede conseguirse una homogeneización en el control de temperatura de la unidad de limpieza de gases de escape.

15 La descripción de la invención ha sido explicada en base a ejemplos de realización. Sin apartarse del alcance de las presentes reivindicaciones, las personas con conocimientos en la materia idearán realizaciones adicionales que pueden implementar el resultado de la invención, sin que estas tengan que ser presentadas en detalle. Sin embargo, estas realizaciones pertenecen también a la descripción de esta exposición.

Lista de signos de referencia

1	sistema de limpieza de gases de escape
2	filtro de partículas
3	conducto principal
4	conducto secundario
5	posición
6	posición
7	catalizador de oxidación
8	clapeta de gas de escape
9	quemador catalítico
10	catalizador de oxidación
11	puerto de HC
12	elemento calentador
13, 13.1, 13.2, 13.3	detector de temperatura
14	detector lambda

20

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para suministrar energía térmica a una unidad (2) de control de emisión de escape conectada en el sistema de gas de escape de un motor de combustión interna, en particular de un motor diésel, calentando el gas de escape que fluye a la unidad (2) de control de emisión de escape a una temperatura PROGRAMADA, con cuyo procedimiento el gas de escape descargado desde el motor de combustión interna es calentado a la temperatura PROGRAMADA mediante la conversión de los hidrocarburos (HC) dosificados al flujo de gas de escape en dos convertidores (7, 10) catalíticos de oxidación conectados en serie en la dirección de flujo del gas de escape, de entre los cuales el primer convertidor (10) catalítico de oxidación más cercano en la dirección de flujo del gas de escape del motor de combustión interna está dispuesto en una línea (4) de derivación y el segundo convertidor (7) catalítico de oxidación aguas abajo de este está dispuesto en la línea de gas de escape después de la unión conjunta de las líneas (3, 4) principal y de derivación, en el que

– como una función de la temperatura REAL y la temperatura PROGRAMADA del gas de escape que fluye a la unidad (2) de control de emisión de gas de escape, se ajusta la dosificación de HC para la introducción de hidrocarburos a la línea (4) de derivación aguas arriba del primer convertidor (10) catalítico de oxidación y/o se ajusta el flujo de gas de escape que fluye a través de la línea (4) de derivación,

caracterizado por que

– la dosificación de HC para la introducción de los hidrocarburos a la línea (4) de derivación y/o el flujo de gas de escape que fluye a través de la línea (4) de derivación se ajusta adicionalmente como una función de la masa del flujo total de gas de escape descargado desde el motor de combustión interna,

– en el que el ajuste de la dosificación de HC y/o del flujo de gas de escape que fluye a través de la línea de derivación tiene lugar por medio de un valor de control auxiliar desde un mapa característico de control auxiliar, teniendo en cuenta el flujo de gas de escape y el aumento de temperatura que debe conseguirse, según las presentes condiciones o, si dicho un valor de control auxiliar no está depositado en el mapa característico de control auxiliar, tiene lugar por medio del valor que es cercano al mismo,

– la temperatura REAL del gas de escape que fluye a la unidad (2) de control de emisión de escape es determinada de nuevo, y

– en el caso de un detección de una diferencia entre la temperatura REAL y la temperatura PROGRAMADA, el ajuste de la dosificación de HC y/o del flujo de gas de escape que fluye a través de la línea (4) de derivación se cambia con el fin de alcanzar la temperatura PROGRAMADA, en el que las etapas de supervisión de temperatura se repiten tantas veces como se requiera hasta que se alcanza la temperatura PROGRAMADA.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las etapas repetidas de supervisión de temperatura se repiten continuamente hasta que se completa un procedimiento específico de la unidad (2) de control de emisión de escape o se desea que se terminen.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** el flujo de gas de escape que fluye al primer convertidor (10) catalítico de oxidación es precalentado electrotérmicamente, antes de que fluya al convertidor (10) catalítico de oxidación, a una temperatura que es igual o mayor que la temperatura de encendido del convertidor (10) catalítico de oxidación.

4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que**, antes de poner en funcionamiento y/o después de la conclusión de una fase de funcionamiento del primer convertidor (10) catalítico de oxidación, el flujo de gas de escape descargado desde el motor de combustión interna es conducido al menos proporcionalmente a través de la línea (4) de derivación.

5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el flujo de gas de escape descargado desde el motor de combustión interna es conducido completamente a través de la línea de derivación, este es calentado en el interior de la línea de derivación con una cantidad definida de energía, a continuación, se mide el aumento de temperatura alcanzado por este calentamiento y, a continuación, como una función de la cantidad de energía usada y el aumento de temperatura conseguido, se determina el flujo de gas de escape descargado desde el motor de combustión interna.

6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el flujo de gas de escape descargado desde el motor de combustión interna es conducido en una parte de flujo de gas de escape a través de parte de la línea de derivación, que es calentado en el interior de la línea de derivación con una cantidad

definida de energía, a continuación se mide el aumento de temperatura conseguido por el calentamiento y, a continuación, como una función de la cantidad de energía usada y el aumento de temperatura conseguido, se determina la parte de flujo de gas de escape y, por lo tanto, también el flujo de gas de escape descargado desde el motor de combustión interna.

- 5 7. Procedimiento según la reivindicación 5 o 6, **caracterizado por que** el flujo de gas de escape conducido a través de la línea de derivación es calentado electrotérmicamente.
- 10 8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** los ajustes de la dosificación de HC y, según sea apropiado, del flujo de gas de escape que fluye a través de la línea (4) de derivación se cambian si el segundo convertidor (7) catalítico de oxidación ha alcanzado su temperatura de encendido y, específicamente, **por que** la dosificación de HC se aumenta con el propósito de conducir los hidrocarburos al segundo convertidor (7) catalítico de oxidación.
- 15 9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por que** la temperatura de encendido del primer convertidor (10) catalítico de oxidación es menor que la del segundo convertidor (7) catalítico de oxidación.
- 15 10. Procedimiento según la reivindicación 8 o 9, **caracterizado por que** los ajustes de dosificación de HC y del flujo de gas de escape que fluye a través de la línea (4) de derivación se ajustan de manera que los hidrocarburos que fluyen al segundo convertidor (7) catalítico de oxidación lleguen al mismo en la fase gaseosa.
- 20 11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** la temperatura REAL del primer convertidor (10) catalítico de oxidación es supervisada para la consecución de una temperatura máxima predeterminada, y por que, una vez determinada la consecución de la temperatura máxima, se reduce el flujo de gas de escape que fluye a través de la línea (4) de derivación y/o la dosificación de HC.
- 25 12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por que** en el ajuste de la dosificación de HC y del flujo de gas de escape que fluye a través de la línea (4) de derivación se tiene en cuenta el oxígeno contenido en el gas de escape.
- 25 13. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que**, para el control del flujo de gas de escape que fluye a través de la línea (4) de derivación, el área de sección transversal a través de la que puede fluir libremente se cambia en al menos una de las dos derivaciones (3, 4), por ejemplo por medio de un amortiguador (8) de gas de escape dispuesto en la misma.
- 30 14. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado por que** el ajuste con respecto a la dosificación de HC y del flujo de gas de escape que fluye a través de la línea (4) de derivación, con el que se ha alcanzado la temperatura PROGRAMADA del gas de escape que fluye a la unidad (2) de control de emisión de escape, se deposita como el nuevo valor de control auxiliar en el mapa característico de control auxiliar con respecto a la temperatura REAL de descarga y el flujo de gas de escape de descarga.
- 35 15. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado por que** el procedimiento se realiza para desencadenar el procedimiento de regeneración de un filtro (2) de partículas y, según sea apropiado, durante la duración de un procedimiento de regeneración.

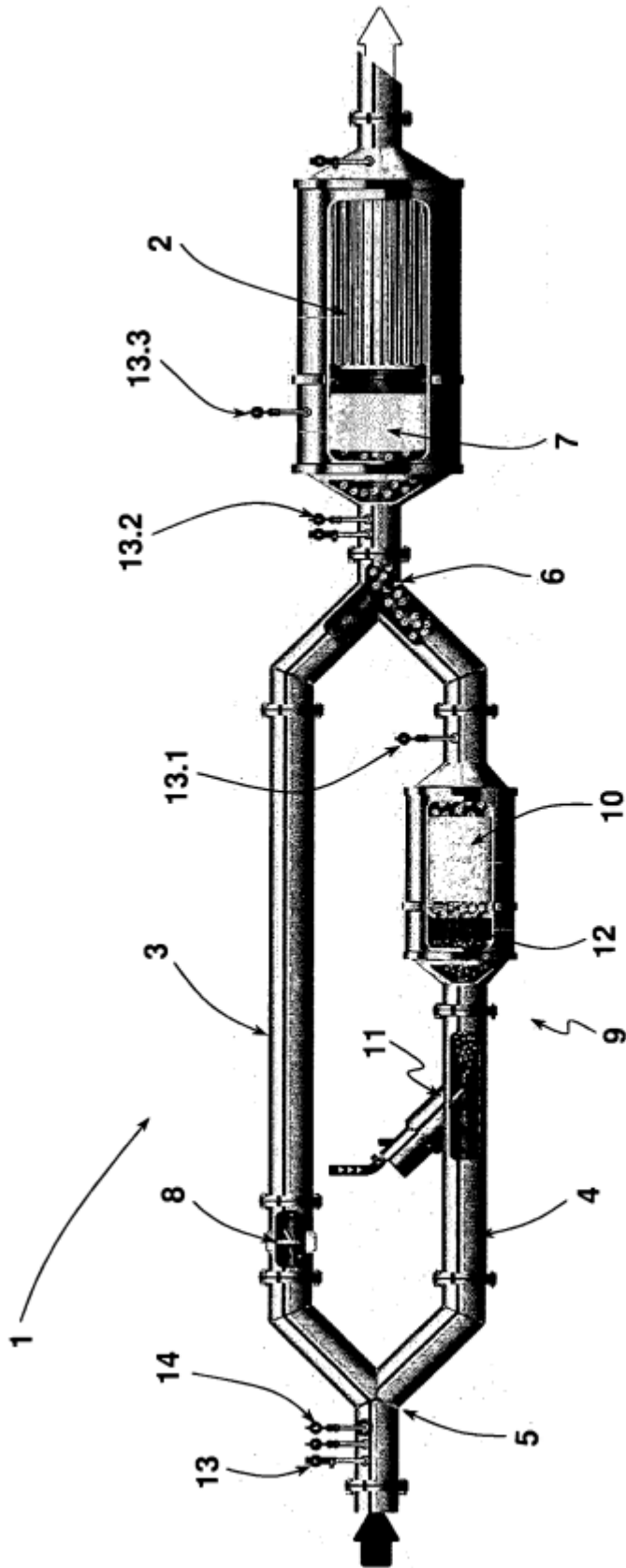


Fig. 1

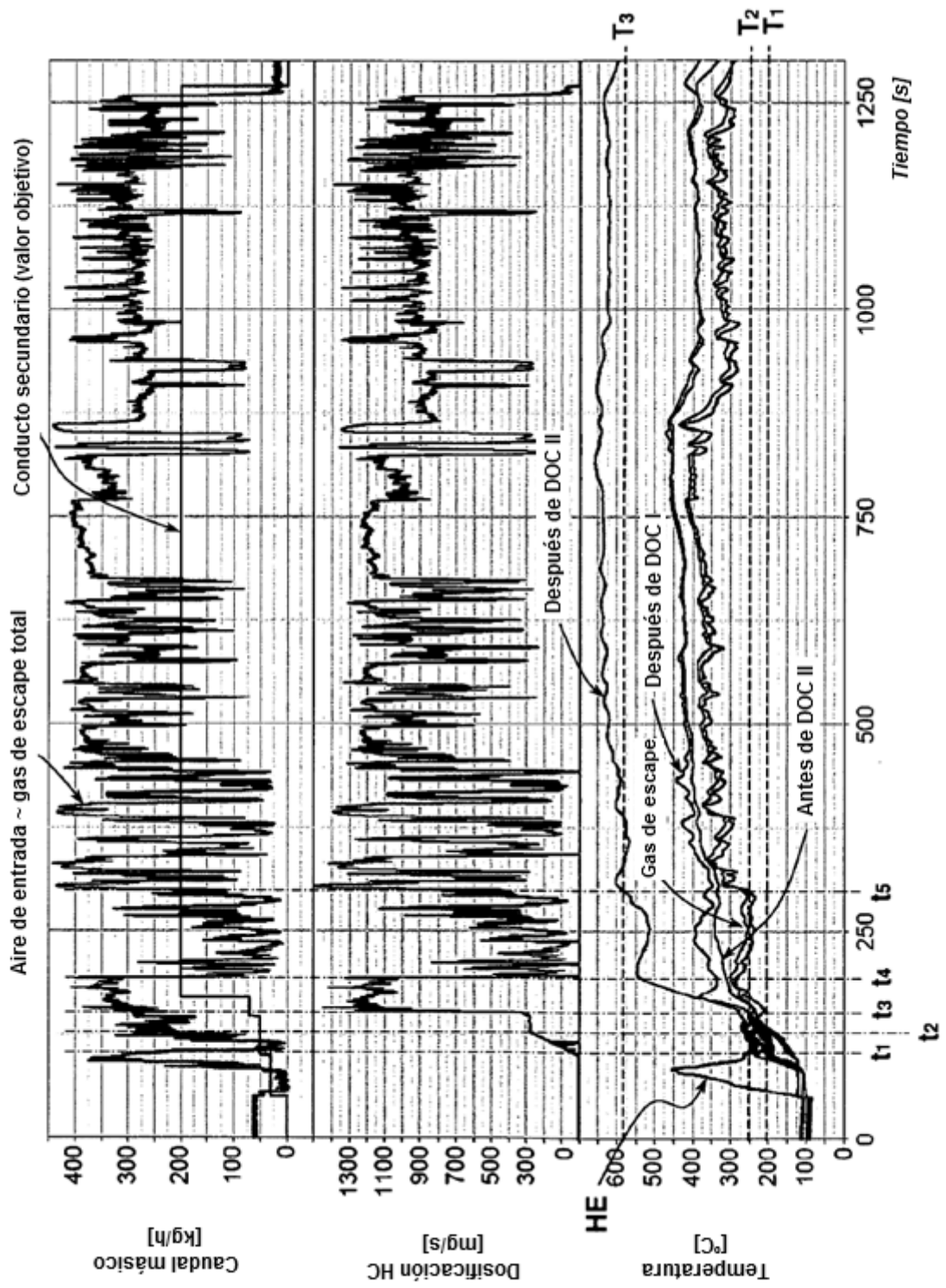


Fig. 2

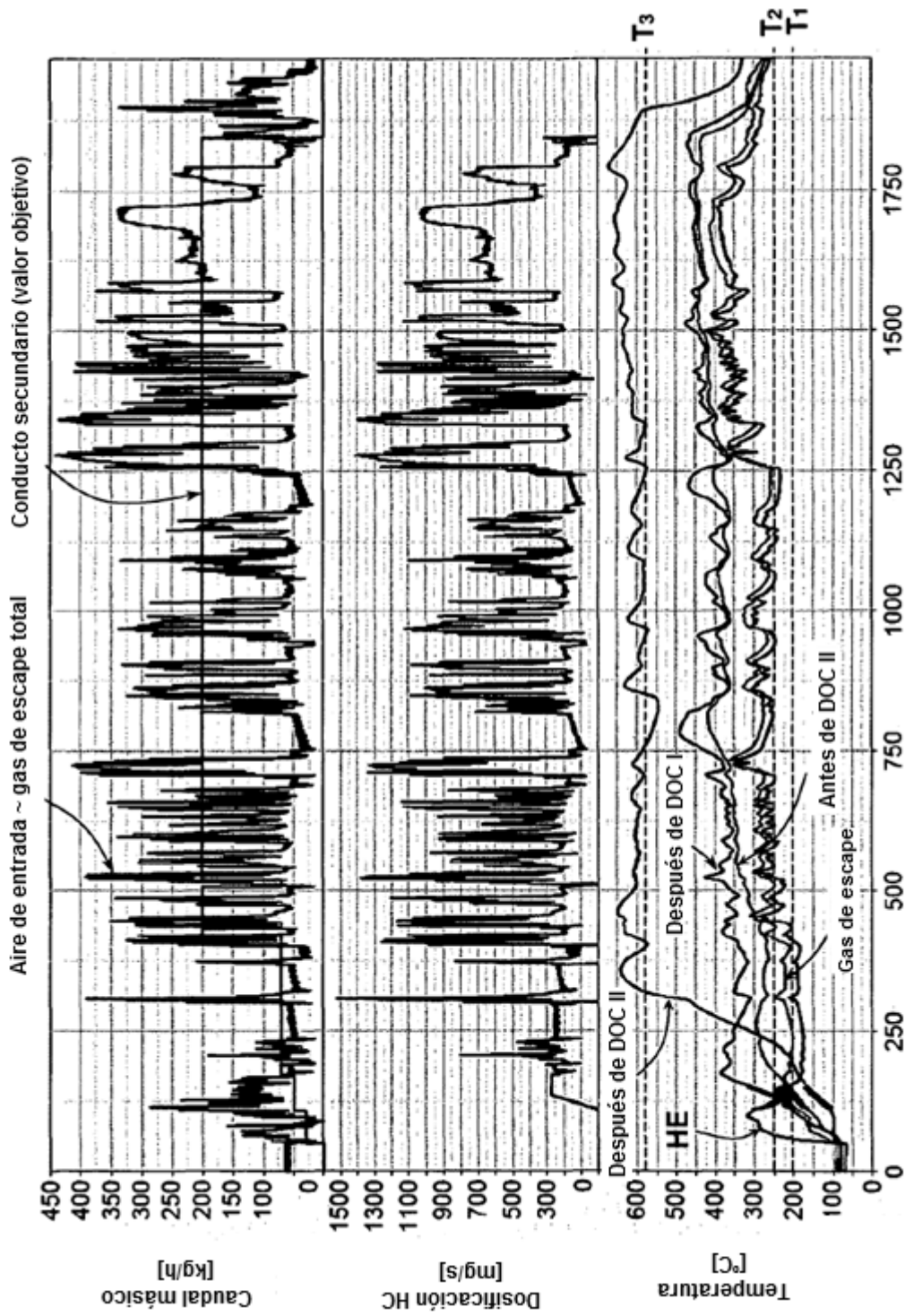


Fig. 3

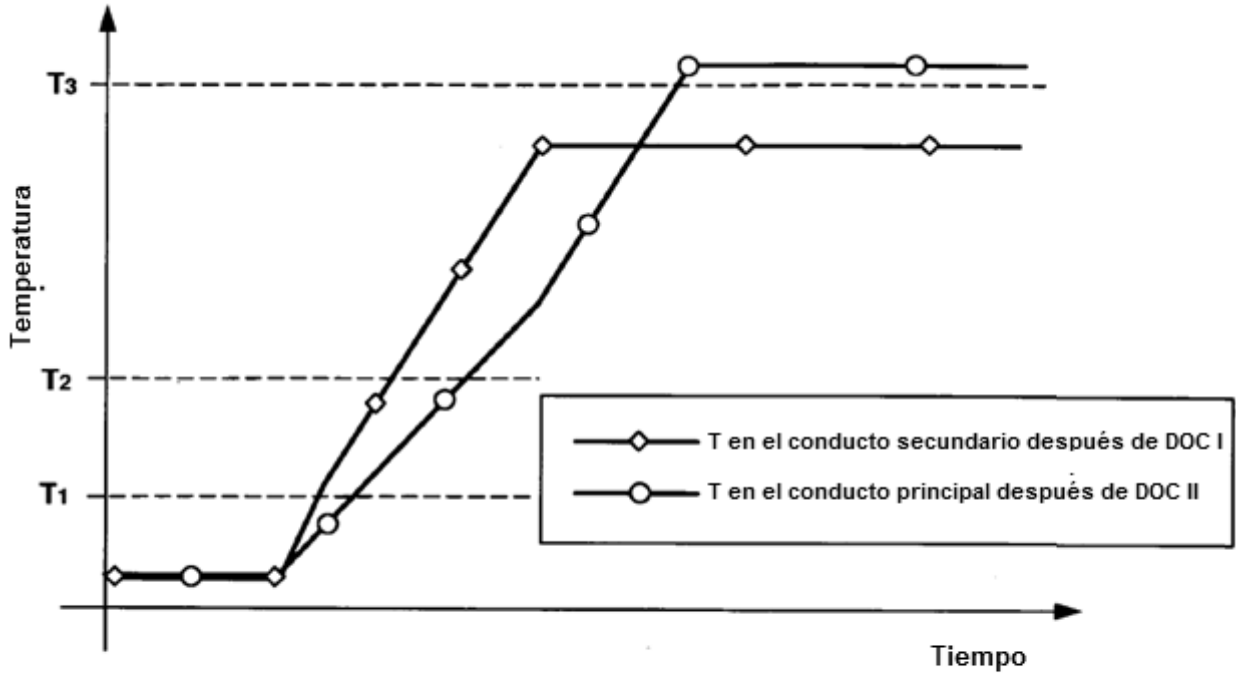


Fig. 4