

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 073**

51 Int. Cl.:
F01N 3/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08712735 .3**
96 Fecha de presentación: **21.02.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2126305**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.12.2009**

54 Título: **SISTEMA DE POST-TRATAMIENTO DE GASES DE ESCAPE.**

30 Prioridad:
21.02.2007 SE 0700438

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.01.2012

73 Titular/es:
Volvo Lastvagnar AB
405 08 Göteborg, SE

72 Inventor/es:
ALM, Christer;
ECKERSTRÖM, Ingemar;
BERNLER, Hans y
BENGTSSON, Johan

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 373 073 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

Sistema de post-tratamiento de gases de escape

5 **SECTOR TÉCNICO**

La presente invención se refiere a un método y aparato para la purificación de los gases de escape de un motor diesel, más particularmente, la presente invención se refiere a un método y a un aparato para purificar gases de escape de un motor diesel, que es capaz de eliminar partículas y NO_x contenidos en los gases de escape.

10 **ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

15 Las condiciones de legislación actuales en el mercado del automóvil han conducido a una demanda creciente para mejorar la economía de combustible y reducir las emisiones en los vehículos actuales. Estas condiciones legales deben ser equilibradas con las demandas de los consumidores para conseguir un mayor rendimiento y respuesta rápida para un vehículo.

20 Un motor diesel tiene un rendimiento que llega aproximadamente a 52% y es, por lo tanto, el mejor convertidor de energía fósil. La concentración de emisiones de NO_x depende de la concentración local de átomos de oxígeno y de la temperatura local. No obstante, dicho rendimiento elevado es solamente posible para una temperatura elevada de la combustión, en la que son inevitables elevados niveles de NO_x. Además, la supresión de la formación de NO_x por medios internos (proporción aire/combustible) tiene tendencia a provocar un incremento en la cantidad de partículas, lo que se conoce como el compromiso NO_x-partículas. Además, un exceso de oxígeno en los gases de escape de un motor diesel impide la utilización de tecnología estequiométrica de catalizador de 3 vías para la reducción de NO_x, tal como se utiliza en los motores de gasolina para automóvil desde finales de los años 80.

25 La reducción de los óxidos de nitrógeno (NO_x) y materia en partículas (PM) en los gases de escape de un motor diesel ha pasado a ser un problema muy importante, teniendo en cuenta la protección del medio ambiente y el ahorro del suministro de energía fósil, que es finita. Para la legislación que se espera (US10, EU VI etc.) puede ser necesario tener una combinación de catalizador de oxígeno en el diesel (DOC), un filtro de partículas en el diesel (DPF) y un catalizador de reducción catalítica selectiva (SCR) en el sistema de escape.

30 Cuando se optimiza la combustión en el cilindro para conseguir el máximo rendimiento de combustible, se tienen, generalmente, elevados niveles de NO_x en los gases de escape. Este es un problema con la legislación, que cada vez es más rígida, dado que el sistema de post-tratamiento puede reducir solamente una cierta cantidad de NO_x. Por lo tanto, existe un compromiso entre el rendimiento y el cumplimiento de las emisiones.

35 Una baja salida de NO_x del motor reduce también la regeneración del DPF. Esto puede conducir a una mayor frecuencia de regeneración del DPF basada en O₂ (cuando es aplicable), lo que tiende a deteriorar el sistema EATS (DOC+DPF+SCR) a una velocidad acelerada. Por lo tanto, una menor regeneración pasiva puede llevar a la necesidad de disponer de sistemas EATS más grandes, para compensar el deterioro incrementado. También existe una penalización adicional de combustible durante la regeneración basada en O₂.

40 Un sistema de post-tratamiento de gases de escape, según el preámbulo de la reivindicación independiente 1, es conocido por el documento DE 2008/103111 A.

RESUMEN DE LA INVENCIÓN

45 Tal como se ha explicado en lo anterior, existe un problema asociado con los métodos y aparatos de la técnica anterior para la purificación de gases de escape de un motor diesel.

El objetivo de la invención consiste en dar a conocer un sistema de post-tratamiento de gases de escape y método que, por lo menos, reduzcan los problemas antes mencionados.

50 Este objetivo es conseguido por las características de las reivindicaciones independientes. Las otras reivindicaciones y la descripción dan a conocer realizaciones de ejemplos ventajosos de la invención.

55 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se prevé un sistema de post-tratamiento de gases de escape que comprende una unidad de filtro de partículas para diesel (DPFU) dispuesto en la parte de salida de un motor diesel. Un dispositivo selectivo de reducción catalítica (SCR), dispuesto en comunicación de fluido con dicha DPFU, Un primer inyector para alimentar el agente reductor en los gases de escape, dispuesto más abajo de dicha DPFU y más arriba de dicho SCR. Como mínimo, un sensor de NO_x dispuesto más abajo de SCR para proporcionar, como mínimo, una señal de NO_x a un coordinador de NO_x. Como mínimo, un sensor de temperatura dispuesto más arriba y/o más abajo de dicho SCR para proporcionar, como mínimo, una señal de temperatura a dicho coordinador de NO_x. Dicho coordinador de NO_x está dispuesto para cambiar dicho motor diesel a una modalidad con NO_x elevado o

una modalidad con NO_x bajo, dependiendo de los valores de, como mínimo, una señal de NO_x y/o, como mínimo, una señal de temperatura.

5 Una ventaja de la presente invención es que hace máxima la generación de hollín pasivo.

Otra ventaja de la presente invención es que el número de regeneraciones basadas en O₂ se puede mantener en un mínimo.

10 Otra ventaja adicional es que permite un consumo bajo de combustible y de agente reductor manteniendo una emisión de NO_x por debajo de los niveles reglamentarios.

Otra ventaja adicional de la presente invención es que permite que el motor sea optimizado para el menor consumo de combustible para el nivel apropiado de NO_x de salida.

15 Otra ventaja adicional de la presente invención es que también optimiza la utilización de la proporción de conversión de catalizador SCR de NO_x.

Otra ventaja adicional es que permite que el motor sea optimizado para regeneración pasiva.

20 Otra ventaja de la presente invención consiste en que el número de regeneraciones basadas en O₂ se puede mantener en un mínimo.

Otra ventaja adicional de la presente invención consiste en que compensa los efectos ambientales (diferentes proporciones de conversión) y/o compensa los efectos del envejecimiento en el SCR y el motor.

25 Otra ventaja adicional de la presente invención consiste en que permite la detección de problemas con el sistema SCR.

30 Otra ventaja de la presente invención consiste en que hace posible utilizar un catalizador SCR más pequeño, proporcionando ventajas en cuanto a costes, espacio y peso.

35 El motor puede ser cambiado a una modalidad de alto o bajo NO_x cambiando, por ejemplo, uno o varios de los siguientes parámetros: cantidad de recirculación de gases de escape (EGR), presión del compresor, temporización de la inyección de combustible, presión de inyección de combustible y número de inyecciones de combustible. Estos cambios de modalidad de NO_x alto a NO_x bajo se pueden llevar a cabo cuando la señal de NO_x se encuentra por encima de un valor umbral predeterminado. Dicho cambio de modalidad de bajo NO_x a alto NO_x se puede llevar a cabo cuando la señal de NO_x se encuentra por debajo de un valor umbral predeterminado y dicha señal de temperatura entre una primera temperatura T1 y una segunda temperatura T2. Dicho cambio de la modalidad de NO_x bajo a NO_x alto puede ser también dependiente del contenido de agente reductor de NO_x en el depósito.

40 En una realización a título de ejemplo de la presente invención, dicho DPFU comprende un DPF recubierto con un material catalizador de la oxidación. Una ventaja de ello es que se pueden reducir adicionalmente el espacio, peso y coste.

45 En otro ejemplo de realización, un generador de calor se dispone entre dicho motor diesel y dicha unidad DPFU. Una ventaja de esta realización es que se puede conseguir la temperatura de funcionamiento óptima para el EATS, según demanda, independientemente de la carga y de RPM del motor.

50 En otra realización a título de ejemplo de la presente invención, se dispone un catalizador de reducción de NO₂ entre la comunicación de fluido con DPFU y dicho SCR. Una ventaja de esta realización es que la proporción NO/NO₂ se puede optimizar para el SCR con independencia de la edad del EATS.

55 De acuerdo con otro aspecto de la invención, dicho método de post-tratamiento de gases comprende las acciones de: oxidación de NO a NO₂ y captación de las partículas de combustión en una unidad de filtro de partículas para diesel (DPFU) dispuesto en comunicación de fluido con un motor diesel, reduciendo NO₂ a NO en un dispositivo de reducción catalítica selectiva (SCR), dispuesto en comunicación de fluido con dicho DPF, inyectando un agente reductor por un primer inyector hacia dentro de dicho dispositivo de escape de gases, más abajo de dicha DPFU y más arriba de dicha SCR, facilitando una señal de NO_x a un coordinador de NO_x desde, como mínimo, un sensor de NO_x dispuesto más abajo de dicha SCR, proporcionando una señal de temperatura a dicho coordinador de NO_x desde, como mínimo, un sensor de temperatura dispuesto más arriba y/o más abajo de dicho SCR, cambiando dicho motor diesel a una modalidad de NO_x alto o a una modalidad de NO_x bajo dependiendo de los valores de, como mínimo, una señal de NO_x y/o, como mínimo, una señal de temperatura.

65 De acuerdo con otro aspecto de la invención, un programa de ordenador que se puede almacenar en un medio legible por ordenador, comprende un código de programa para su utilización en un método que comprende las acciones de: oxidar NO a NO₂ y captar partículas de la combustión en una unidad de filtro de partículas para diesel

(DPFU) dispuesta en comunicación de fluido con un motor diesel, reducir NO₂ a NO en un dispositivo de reducción catalítica selectiva (SCR) dispuesto en comunicación de fluido con dicho DPF, inyectando un agente reductor por dicho primer inyector hacia dentro de dicho gas de escape dispuesto más abajo de dicha DPFU y más arriba de dicha SCR, proporcionando una señal de NO_x a un coordinador de NO_x desde, como mínimo, un sensor de NO_x dispuesto más abajo de dicha SCR, proporcionando una señal de temperatura a dicho coordinador de NO_x desde, como mínimo, un sensor de temperatura dispuesto más arriba y/o más abajo de dicha SCR, cambiando dicho motor diesel a una modalidad de NO_x alto o una modalidad de NO_x bajo, dependiendo de los valores de dicho, como mínimo, una señal de NO_x y/o la, como mínimo, una señal de temperatura.

Este programa de ordenador puede ser adaptado para su descarga a una unidad de soporte o a uno de sus componentes, cuando es utilizado en un ordenador conectado a Internet.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Con referencia a los dibujos adjuntos, a continuación se realizará una descripción más detallada de realizaciones de la invención que se citan como ejemplos.

En los dibujos:

La figura 1 muestra una ilustración esquemática de una primera realización de ejemplo de un sistema de post-tratamiento de gases de escape, según la presente invención, en conexión de fluido con un motor de combustión interna.

La figura 2 es una ilustración esquemática de un segundo ejemplo de realización de un sistema de post-tratamiento de gases de escape, según la presente invención, en conexión de fluido con un motor de combustión interna.

La figura 3 es una ilustración esquemática de un tercer ejemplo de realización de un sistema de post-tratamiento de gases de escape, según la presente invención, en conexión de fluido con un motor de combustión interna.

La figura 4 muestra una ilustración esquemática de un cuarto ejemplo de realización de un sistema de post-tratamiento de gases de escape, de acuerdo con la presente invención, que se encuentra en conexión de fluido con un motor de combustión interna.

La figura 5 muestra una ilustración esquemática de un quinto ejemplo de realización de un sistema de post-tratamiento de gases de escape, según la presente invención, en conexión de fluido con un motor de combustión interna.

En los dibujos, los elementos iguales o similares se indican por iguales numerales de referencia. Los dibujos son meramente representaciones esquemáticas no destinadas a representar parámetros específicos de la invención. Además, los dibujos están destinados a mostrar solamente realizaciones típicas de la invención y, por lo tanto, no se deben considerar como limitativas del ámbito de la misma.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES PREFERENTES DE LA INVENCION

En la figura 1, un primer ejemplo de realización de un sistema de post-tratamiento de gases de escape (EATS) 100, según la presente invención, se ha mostrado de forma esquemática. Dicho EATS está conectado fluidicamente a un motor de combustión interna 110, por ejemplo, un motor diesel. Dicho EATS 100 comprende una unidad de filtro de partículas diesel (DPFU) 125, una unidad de reducción catalítica selectiva (SCR) 150, un primer inyector de reductor 145, un sensor de temperatura 156, un sensor NO_x 148 y un coordinador de NO_x 112.

La DPFU 125 está en comunicación directa de fluido con el motor de combustión interna 110. Dicha DPFU 125 comprende un catalizador de oxidación diesel (DOC) 120 y un filtro de partículas diesel (DPF) 130. El DOC 120 se encuentra en esta realización dispuesto más arriba de dicho DPF 130.

La reacción que tiene lugar en el DOC 120 puede ser la siguiente:



La temperatura en el DOC 120 depende, entre otros factores, del material del catalizador; contenido de HC, CO y O₂ y flujo másico. La reacción catalítica puede empezar en el DOC 120 aproximadamente a 200°C y puede tener su temperatura máxima de reacción catalítica en unos 300-400°C. Después de alcanzar la temperatura máxima de reacción, ésta puede disminuir, cuya disminución depende de la reacción de equilibrio en la que la reacción inversa

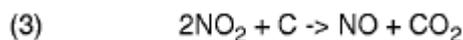


depende más de la temperatura que la ecuación (1).

- 5 El DOC 120 está constituido usualmente en forma de una estructura monolítica realizada a base de cordierita o un metal. Dicha estructura monolítica puede estar dotada de un recubrimiento de un material catalítico en forma de un óxido de un metal de base y un metal precioso, que podría ser platino y/o paladio.

La reacción que tiene lugar en el DPF (130) puede ser la siguiente:

10



- 15 La temperatura en el DPF 130 puede verse afectada por el grosor de la capa de hollín en el DPF 130 y puede ser baja, del orden de 200°C, pero resulta efectiva por encima de 250 °C. A temperaturas más elevadas, de unos 700°C, el envejecimiento del DPF 130 como tal y del catalizador o catalizadores dispuestos más arriba de dicho DPF 130 se puede ver afectado fuertemente.

- 20 El DPF 130 puede estar constituido a base de formas porosas de cordierita o carburo de silicio, o un polvo metálico sinterizado. Dicha forma porosa puede estar dotada de un recubrimiento de un material catalítico en forma de un óxido de un metal de base y un metal precioso, que puede ser platino y/o paladio.

- 25 Si se retiene un exceso de hollín en DPF 130, lo que puede ser provocado por una temperatura demasiado baja y/o a una baja proporción NO_x/hollín del motor, se puede utilizar un generador opcional de calor más arriba de dicha DPFU 125 para calentar el DPF 130 a una temperatura de trabajo apropiada. Dicho generador de calor puede adoptar diferentes formas. En un primer ejemplo de realización, la temperatura del DPF 130 puede aumentarse, bajo demanda, por post-inyección de combustible diesel en uno o más cilindros del motor de combustión interna 110 y/o inyectando combustible diesel al sistema de escape más arriba de dicho DOC 120, indicado por 111 en la figura 1. La reacción en el DOC 120 puede ser representada, en estas circunstancias, por la ecuación (4) en vez de la ecuación indicada anteriormente por (1):

30



- 35 La temperatura de la reacción (4) depende, entre otros factores, del contenido de HC. Puede empezar a 200 °C para alcanzar la temperatura de salida de DOC de unos 350 °C y puede empezar a 280 °C para alcanzar una temperatura máxima de 600 °C.

- 40 El material catalítico y/o la temperatura del DOC 120 afectan a aquella de las ecuaciones (1) o (4) que es predominante. Se puede optimizar para la reacción número (4), si el objetivo del DOC 120 es incrementar la temperatura de los gases de escape, y se puede optimizar para la reacción número (1), si el objetivo del DOC 120 es producir NO₂.

Otro ejemplo del generador de calor puede ser un catalizador calentado eléctricamente.

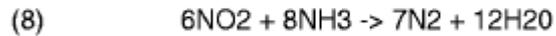
- 45 Si la relación NO_x/hollín es elevada, se requiere solamente el incremento de la temperatura en el DOC 120 a unos 400 °C para eliminar SO_x que impide la reacción número 1.

Otra reacción que tiene lugar en el DPF 130 es la siguiente:



- 50 La temperatura de la reacción (5) es de unos 600 °C, que se pueden disminuir algo si el filtro está dotado de un recubrimiento de catalizador, o si el combustible se añade con catalizador. La temperatura más baja puede requerir un material catalizador añadido al combustible, que a su vez es adsorbido por las partículas de hollín.

- 55 El SCR de esta realización está dispuesto más abajo de dicha DPFU 125. Las reacciones pueden tener lugar en el SCR 150 de la forma siguiente:



Dado que la reacción nº (7) es la reacción más rápida de las reacciones (6)-(9), y para evitar la reacción nº (9), es deseable mantener la proporción NO/NO₂ aproximadamente en 50:50.

5 La reacción nº (7) puede ser efectiva a uno rango de temperatura en el SCR 150 de unos 200 °C y superior, empezando la reacción, no obstante, a temperaturas mucho más bajas, pero cuanto más baja es la temperatura, más lenta es la reacción. La temperatura de inicio para la reacción nº (6) en el SCR 150 puede ser de unos 250 °C. Los puntos que son extrusionados adoptando estructuras monolíticas, es decir, el catalizador y la estructura están realizados en el mismo material.

10 El SCR 150 puede estar construido en forma de una estructura monolítica realizada a base de cordierita o un metal. Dicha estructura puede estar dotada de recubrimiento con óxido de vanadio encima de óxido de titanio, comprendiendo una cierta cantidad de óxido de wolframio, o un recubrimiento que comprende zeolita. La zeolita puede comprender algo de hierro o de cobre u otro anti-ion apropiado. Existen también catalizadores de óxido de vanadio que son extrusionados adoptando estructuras monolíticas, es decir, el catalizador y la estructura están realizados en el mismo material.

15 En la realización mostrada en la figura 1, un inyector 145 está dispuesto entre la DPFU 125 y el SCR 150. Dicho inyector inyecta un material reductor más arriba de dicho SCR 150. El material reductor puede ser urea, amoníaco, amoníaco adsorbido en agua, carbonato amónico, o sales de cloruro metálico que puede adsorber amoníaco.

20 El coordinador de NO_x 112 recibe información del sensor de NO_x 148 y el sensor de temperatura 156. Mediante la utilización de sensores de NO_x y sensores de temperatura puede ser posible optimizar el rendimiento del sistema SCR. La eficiencia del sistema SCR 150 puede depender de la temperatura y/o la situación de envejecimiento, y se pueden optimizar diferentes modalidades del motor para obtener el mayor rendimiento global. El rendimiento momentáneo de SCR se puede medir con el sensor de temperatura 156 y el sensor de NO_x 148.

25 Puede ser posible, por ejemplo, cambiar a una modalidad adecuada para una regeneración pasiva más elevada del DPF 130 cuando el catalizador SCR 150 y los gases de escape se encuentran en estados físicos/químicos que permiten una buena conversión de NO_x. Los parámetros que afectan en este caso son, por ejemplo, la temperatura, flujo másico del escape, composición de NO_x, amoníaco adsorbido, tóxicos adsorbidos (tales como hidrocarburos y metales) y el estado de degradación térmica. Cuando el rendimiento del SCR 150 se encuentra en un rango que permite una elevada conversión de NO_x, puede ser posible, por ejemplo, cambiar a una modalidad con alto NO_x, proporcionando una mejor regeneración pasiva del DPF 120. Normalmente, la modalidad con NO_x elevado puede proporcionar también un menor consumo de combustible, pero un mayor consumo de agente de reducción. En situaciones en las que el SCR 150 se encuentra en un estado en el que no hay una conversión elevada de NO_x, por ejemplo, la temperatura del SCR 150 se encuentra temporalmente a un nivel más bajo, las emisiones de NO_x del motor se pueden disminuir para obtener las emisiones de NO_x deseadas en el tubo de escape.

30 Las emisiones de NO_x procedentes del motor son medidos por un sensor de NO_x 148, dispuesto más abajo de dicho SCR 150. La medición del sensor NO_x 148 (y la proporción de conversión de NO_x) se utilizan para controlar la salida de NO_x del motor. La salida de NO_x del motor es un valor continuo controlado por el coordinador de NO_x 112. El coordinador de NO_x 112 utiliza una función entre dos modalidades estacionarias a efectos de conseguir el NO_x saliente del motor que se desea. El coordinador de NO_x 112 utiliza una función entre dos modalidades estacionarias a efectos de conseguir la salida de NO_x deseada del motor. La relación de conversión en el SCR 150 no cambiará rápidamente, sino que el nivel de NO_x, después del SCR 150, seguirá el nivel de NO_x al SCR 150. Esto hace posible tener un control de bucle cerrado, controlado por el coordinador NO_x 112 dotado de información procedente del sensor de NO_x 148 y del sensor de temperatura 156. El coordinador de NO_x es simultáneamente un controlador y tiene también el valor o valores deseados (valores umbral) para el control. Si el motor se encuentra en una modalidad de NO_x bajo (=alto contenido hollín) todo el tiempo, esto puede ser indicación de catalizador averiado.

35 El coordinador de NO_x 112, al que se han facilitado señales de temperatura desde el sensor de temperatura 156 y señales de NO_x desde el sensor de NO_x 148, puede disponer el motor, dependiendo de los valores de dichas señales, en dos modalidades distintas, como mínimo, una modalidad de NO_x alto y una modalidad de NO_x bajo. El coordinador de NO_x regula la gestión del motor, es decir, dicho coordinador de NO_x puede cambiar, entre otras

cosas, uno o varios de los siguientes parámetros: el grado de recirculación de gases de escape (EGR); cambiar la presión de alimentación de un turbo-compresor; cambiar la temporización de la inyección o inyecciones principal y/o auxiliar de combustible en la cámara de combustión; cambiar la presión de inyección del combustible; cambiar la temperatura de la cámara de combustión y/o cambiar el número de inyecciones de combustible por ciclo de trabajo del motor. Por ejemplo, un EGR incrementado tiene como resultado una disminución de NO_x, una mayor presión de alimentación tiene como resultado un incremento en NO_x; un retraso en la temporización de la inyección del combustible tiene como resultado una disminución de NO_x.

El SCR 150 tiene un rango óptimo de funcionamiento con una elevada capacidad de conversión de NO₂ en NO con un intervalo de temperatura desde una temperatura T1 a una segunda temperatura T2. Los valores de la primera temperatura T1 y la segunda temperatura T2 dependen, entre otros factores, del tipo de SCR 150 y de la edad del propio SCR 150. Dicho intervalo de temperatura y, especialmente, la primera temperatura T1 depende de la proporción de NO/ NO₂ que, a su vez, depende del estado de los componentes del EATS. T1 y T2 están también afectadas por la velocidad espacial de los gases de escape. Con un SCR 150 envejecido, el intervalo de temperatura será más reducido en comparación con un SCR 150 nuevo. El SCR 150 puede estar contaminado temporalmente, entre otros factores, por HC y/o amoníaco, es decir, si el SCR 150 se utiliza durante un periodo prolongado de tiempo a temperatura baja T1, entonces la capacidad de conversión bajará a un valor reducido. Esta contaminación puede ser contrarrestada elevando la temperatura del SCR 150. La elevación de temperatura puede ser provocada por diferentes medios, tales como generadores de calor separados dispuestos más arriba del SCR 150, inyección del fluido en la cámara de combustión y/o sistema de escape más arriba del SCR 150, incrementando la contrapresión más arriba del SCR 150 por medio de una restricción ajustable.

Para que el coordinador de NO_x 112 cambie de la modalidad de NO_x alto a la modalidad de NO_x bajo, requiere que una señal filtrada, procedente del sensor de NO_x, se encuentre por encima de un valor de umbral predeterminado. El valor de umbral puede ser una fracción (cerca de uno) del valor reglamentario. Normalmente, el valor reglamentario legislado es proporcionado como valor específico y, por lo tanto, la señal tiene que ser transformada en aquel.

Para que el coordinador de NO_x cambie de modalidad de NO_x bajo a modalidad de NO_x alto, requiere que una señal filtrada del sensor de NO_x 148 se encuentre por debajo de un cierto valor y que la temperatura del SCR 150, proporcionada por la señal de temperatura procedente del sensor de temperatura 156, se encuentre dentro de T1 y T2 y/o que el nivel de hollín en el DPF se encuentre por encima de un valor predeterminado. Este valor de hollín puede ser correlacionado a partir de un descenso de presión mediante el DPF o por un modelo físico.

Se puede decir que la modalidad de NO_x alto se utiliza siempre que el sensor de NO_x 148 detecta valores bajos, es decir, por debajo del valor de umbral. Si se cambia de la modalidad de NO_x bajo a la modalidad de NO_x alto y el sensor de NO_x 148 detecta niveles de NO_x por encima de dicho valor de umbral, dicho coordinador de NO_x 112 cambia inmediatamente de nuevo a la modalidad de NO_x bajo. Esto significará que tendrá lugar una cierta emisión temporal de NO_x y usualmente esto puede ser el resultado de valores de umbral demasiado elevados. Esto puede ser provocado por parámetros que no están bien medidos, por ejemplo, contaminaciones o envejecimiento del catalizador. Por tratamiento estadístico de estos sucesos, los umbrales pueden ser correlacionados adaptativamente. Si se ajustan los valores de umbral a valores más exigentes, ello puede no ocurrir nunca.

La figura 2 muestra otro ejemplo de realización de la presente invención. La única diferencia entre esta realización y la que se ha dado a conocer en la figura 1 es que se ha dispuesto un segundo sensor de temperatura 157 más abajo de dicho SCR 150 y un segundo sensor de NO_x 147 dispuesto más arriba de dicho SCR 150. En esta realización, se tendrá un primer sensor de temperatura más arriba de dicho SCR, un segundo sensor de temperatura más abajo de dicho SCR 150, un primer sensor de NO_x más arriba de dicho SCR, y un segundo sensor de NO_x más abajo de dicho SCR 150. La ventaja de esta disposición es que se tendrá mejor control de la temperatura dentro y fuera del SCR 150 y también un mejor control del NO_x dentro y fuera del SCR 150. Esto puede proporcionar como efecto que el tiempo de respuesta para el cambio de una modalidad a otra se pueda acortar.

La figura 3 muestra otra realización a título de ejemplo del sistema de post-tratamiento de gases de escape (EATS) 100, de acuerdo con la presente invención. Esta realización difiere solamente de la realización anterior en el hecho de que la DPFU 125 comprende un DPF dotado de un recubrimiento de material DOC 122 en vez de, tal como en la figura 1, en la que dicho DOC 120 y DPF 130 eran unidades separadas. Las otras características utilizan numerales de referencia iguales que en la figura 1 y, por lo tanto, no necesitan clarificación dado que funcionalmente y estructuralmente pueden ser los mismos. Otra diferencia de la realización mostrada en la figura 1 es que el inyector 111 ha sido omitido. Evidentemente, dicho inyector 111 podría ser también omitido en la realización mostrada en la figura 1, es decir, el inyector 111 de la figura 1 es opcional.

La reacción que tiene lugar en la DPFU 125 de la figura 2 es similar a la reacción que tiene lugar en el DPF 130 y DOC 120, tal como se muestra en la figura 1, es decir, las reacciones nº (1) y (3).

En la figura 4, se ha mostrado otra realización a título de ejemplo del sistema de post-tratamiento de gases de escape (EATS) 100, de acuerdo con la presente invención. Esta realización difiere de la que se ha mostrado en la figura 1 en el hecho de que se ha dispuesto un generador de calor separador 121 entre el motor de combustión

interna 110 y la DPFU 125. En este caso, de manera similar a la realización de la figura 2 y de la figura 3, el inyector 111 ha sido omitido. Dicho generador de calor separado 121 puede comprender un quemador de combustible diesel o un restrictor ajustable en el sistema de escape más arriba de dicha DPFU 125.

5 La figura 5 muestra otro ejemplo de realización del sistema de post-tratamiento de gases de escape (EATS) 100, de acuerdo con la presente invención. Esta realización difiere de la realización mostrada en la figura 1 por el hecho de que el catalizador 140 de reducción de NO₂ y el SCR 150 están dispuestos en forma de unidad combinada 155, y que el inyector 135 está dispuesto más arriba de dicha unidad combinada 155. En una realización, dicho catalizador 140 de reducción de NO₂ está dispuesto como recubrimiento de zona sobre un sustrato de SCR, es decir, como
10 y, como mínimo, una primera parte del sustrato SCR puede estar recubierto con un material catalizador de reducción de NO₂ y, como mínimo, una segunda parte de dicho sustrato SCR puede estar dotada de un recubrimiento de un material catalizador SCR. El orden de los recubrimientos de zona de NO₂ y material catalizador SCR se puede cambiar. En una realización, existe una primera zona de recubrimiento de catalizador de NO₂ más arriba de una segunda zona de recubrimiento de SCR. En otra realización, existe una serie de recubrimientos de NO₂ separados entre sí, entre
15 los cuales existen recubrimientos de SCR.

En una realización alternativa, dicho catalizador 140 de reducción de NO₂ y dicho SCR 150 están dispuestos en forma de unidades separadas.

20 En otro ejemplo de realización, dicho material catalizador de reducción de NO₂ puede ser dispuesto como recubrimiento de zona sobre un sustrato DPF, es decir, como mínimo, una primera parte del sustrato DPF puede estar recubierta con material catalizador de reducción DOC y, como mínimo, una segunda parte de dicho sustrato DPF puede estar recubierta con material catalizador de NO₂. El orden de recubrimientos de zona de NO₂ y de material catalizador de DOC se pueden cambiar. En una realización, existe una primera zona de recubrimiento
25 catalizador de DOC más arriba de una segunda zona de recubrimiento de NO₂. En otra realización, existe una serie de recubrimientos de DOC separados entre sí, entre los cuales se han dispuesto recubrimientos de NO₂.

En dicho catalizador 140 de reducción de NO₂ pueden tener lugar las siguientes reacciones:



30 De las reacciones nº (10) y (11) es evidente que el catalizador 140 de reducción de NO₂ reduce NO₂ a NO. Sin el catalizador 140 de reducción de NO₂, existe un compromiso entre la regeneración pasiva óptima y la oxidación de HC en el DOC 120/DPF 130 y la elevada conversión de NO_x en el sistema SCR 150. Al añadir el catalizador 140 de reducción de NO₂ más abajo del DPF 130 y/o DPFU 125, se puede solucionar este problema de compromiso necesario. El catalizador 140 de reducción de NO₂ actúa como equilibrador para equilibrar la proporción de NO₂/NO en el SCR 150. El catalizador 140 de reducción de NO₂ permitirá una elevada carga de metal noble en el DOC 120 y/o DPF 130 (buena oxidación de NO y HC) al mismo tiempo que se puede conseguir una proporción óptima
40 NO₂/NO para el SCR 150. Un agente reductor, tal como combustible (combustible basado en HC, tal como combustible diesel) o urea pueden ser añadidos por un inyector indicado con el numeral 135 más arriba de dicho catalizador 140 de reducción de NO₂ para obtener la reducción NO₂->NO. En otra realización, dichos inyectores 135 y 145 pueden ser una unidad única, es decir, un inyector para inyectar agente reductor, tanto para el SCR 150 como para el catalizador 140 para la reducción de NO₂.

45 Con el catalizador 140 para la reducción de NO₂ puede ser también posible tener una regeneración pasiva óptima y oxidación de HC para un sistema SCR 150 viejo, manteniendo todavía una conversión elevada de NO_x para los sistemas nuevos. También será posible utilizar un catalizador SCR 150 más pequeño consiguiendo ventajas de coste, espacio y peso.

50 La temperatura del catalizador 140 de reducción de NO₂ puede variar entre aproximadamente 250 °C y 600 °C, pudiendo encontrar más detalles en el documento WO 2006/040533. El catalizador 140 de reducción de NO₂ puede estar basado en un material de zeolita, pudiendo encontrar más detalles en el documento WO 2006/040533.

55 En otro ejemplo de realización de la presente invención existe una combinación de recubrimiento de una zona de catalizador de NO₂ sobre el sustrato DPF de recubrimiento de una zona de catalizador de NO₂ sobre el sustrato DPF y recubrimiento de zona de catalizador de NO₂ sobre el sustrato de SCR. Este recubrimiento de NO₂ puede ser dispuesto como zona única o una serie de zonas, o una o ambas de dichas unidades DPF y/o SCR.

60 La salida de NO_x del motor se puede controlar de manera continuada entre los niveles de la modalidad de NO_x alto y modalidad de NO_x bajo utilizando uno o ambos de los sensores de NO_x 148 y/o sensor de temperatura 156.

5 Si bien se han mostrado diferentes realizaciones en diferentes figuras, se tiene que comprender que son también posibles combinaciones de las realizaciones mostradas en las figuras. Por ejemplo, se puede combinar una realización de la figura 1 con la realización de la figura 2, otra combinación puede ser la figura 1 y la figura 3. Para un técnico en la materia es evidente que cualquiera de las realizaciones se puede combinar con cualquiera de una o varias de las otras realizaciones.

10 Se debe comprender que la presente invención no está limitada a las realizaciones descritas en lo anterior e ilustradas en los dibujos; por el contrario, los técnicos en la materia reconocerán que se pueden realizar muchos cambios y modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de post-tratamiento de gases de escape que comprende

- 5 - un filtro de partículas diesel (130) dispuesto más abajo de un motor diesel (110)
- un catalizador de reducción catalítica selectiva (150) dispuesto en comunicación de fluido con dicho filtro de partículas diesel (130),
- 10 - un primer inyector (145, 135) para alimentar un agente reductor a los gases de escape, dispuesto más abajo de dicho filtro de partículas diesel (130) y más arriba de dicho catalizador (150) de reducción catalítica selectiva,
- caracterizado porque
- 15 - por lo menos, se dispone un sensor NO_x (148) más abajo de dicho catalizador (150) de reducción catalítica selectiva para proporcionar, como mínimo, una señal de NO_x a un coordinador de NO_x (112),
- 20 - como mínimo, un sensor de temperatura (156) dispuesto más arriba y/o más abajo de dicho catalizador de reducción catalítica selectiva (150) para proporcionar, como mínimo, una señal de temperatura a dicho coordinador de NO_x (112), en el que
- 25 - dicho coordinador de NO_x (112) está dispuesto para cambiar dicho motor diesel (110) a una modalidad de NO_x alto o a una modalidad de NO_x bajo, dependiendo de los valores de, como mínimo, una señal de NO_x y/o la, como mínimo, señal de temperatura.

2. Sistema de post-tratamiento de gases de escape, según la reivindicación 1, en el que dicho motor diesel (110) es cambiado a dicha modalidad de NO_x bajo o alto al cambiar uno o varios de los siguientes parámetros: cantidad de recirculación de gases de escape, presión de alimentación, temporización de la inyección de combustible, presión de la inyección de combustible, número de inyecciones de combustible.

3. Sistema de post-tratamiento de gases de escape, según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho cambio de la modalidad NO_x alto a la modalidad de NO_x bajo, se lleva a cabo cuando la señal de NO_x se encuentra por encima de un valor de umbral predeterminado.

4. Sistema de post-tratamiento de gases de escape, según la reivindicación 3, en el que dicho valor de umbral de la señal de NO_x está relacionado con el valor reglamentario de emisión.

5. Sistema de post-tratamiento de gases de escape, según la reivindicación 1, en el que dicho cambio de la modalidad de NO_x bajo a la modalidad de NO_x alto se lleva a cabo cuando la señal de NO_x se encuentra por debajo de un valor de umbral predeterminado, y dicha señal de temperatura se encuentra entre una primera temperatura T1 y una segunda temperatura T2.

6. Sistema de post-tratamiento de gases de escape, según la reivindicación 1, en el que dicho cambio de la modalidad de NO_x bajo a la modalidad de NO_x alto depende, además, del contenido de urea y/o de una cantidad de hollín, objeto de predicción, en el filtro de partículas diesel (130).

7. Sistema de post-tratamiento de gases de escape, según la reivindicación 1, en el que dicho filtro de partículas (130) está dotado de un recubrimiento de un catalizador de oxidación.

8. Método para el post-tratamiento de gases de escape, que comprende las siguientes acciones:

- 55 - oxidación de NO en NO₂ y captación de las partículas de combustión en un filtro para partículas diesel (130) dispuesto en comunicación de fluido con un motor diesel (110),
- reducción de NO₂ a NO en un catalizador (150) de reducción catalítica selectiva dispuesto en comunicación de fluido con dicho filtro de partículas diesel (130),
- 60 - inyección de un agente reductor por un primer inyector (145; 135) a los gases de escape dispuesto más abajo de dicho filtro de partículas diesel (130) y más arriba de dicho catalizador (150) de reducción catalítica selectiva,
- facilitar una señal de NO_x a un coordinador de NO_x (112) desde, como mínimo, un sensor de NO_x (148) dispuesto más abajo de dicho catalizador (150) de reducción catalítica selectiva,
- 65

- facilitar una señal de temperatura a dicho coordinador de NO_x (112) desde, como mínimo, un sensor de temperatura dispuesto más arriba y/o más debajo de dicho catalizador de reducción catalítica selectiva (150),
- 5 - cambiar dicho motor diesel (110) a modalidad de NO_x alto o a modalidad de NO_x bajo dependiendo de los valores de, como mínimo, una señal de NO_x y/o, como mínimo una señal de temperatura.
9. Método para el post-tratamiento de gases de escape, según la reivindicación 8, en el que dicho motor diesel (110) es cambiado a dicha modalidad de NO_x bajo o alto, cambiando uno o varios de los siguientes parámetros:
- 10 cantidad de recirculación de gases de escape, presión de alimentación, temporización de la inyección de combustible, presión de la inyección de combustible, número de inyecciones de combustible.
10. Método para el post-tratamiento de gases de escape, según la reivindicación 8 ó 9, en el que dicho cambio de la modalidad de NO_x alto a la modalidad de NO_x bajo es llevado a cabo cuando la señal de NO_x se encuentra por encima de un valor de umbral predeterminado.
- 15 11. Método para el post-tratamiento de gases de escape, según la reivindicación 10, en el que dicho valor de umbral de la señal de NO_x está relacionado con el valor reglamentario de emisión.
- 20 12. Método para el post-tratamiento de gases de escape, según la reivindicación 8, en el que dicho cambio de la modalidad de NO_x bajo a la modalidad NO_x alto se lleva a cabo cuando la señal de NO_x se encuentra por debajo de un valor de umbral predeterminado y dicha señal de temperatura se encuentra entre una primera temperatura T1 y una segunda temperatura T2.
- 25 13. Método para el post-tratamiento de gases de escape, según la reivindicación 8, en el que dicho cambio de la de la modalidad de NO_x bajo a la modalidad NO_x alto depende, además, del contenido de urea y/o de la cantidad de hollín, objeto de predicción, en el filtro de partículas diesel (130).
- 30 14. Método para el post-tratamiento de gases de escape, según la reivindicación 8, que comprende además la acción de recubrimiento del filtro de partículas diesel (130) con un material catalizador de oxidación.
15. Memoria legible por ordenador que comprende un código de programa para llevar a cabo el método reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14.

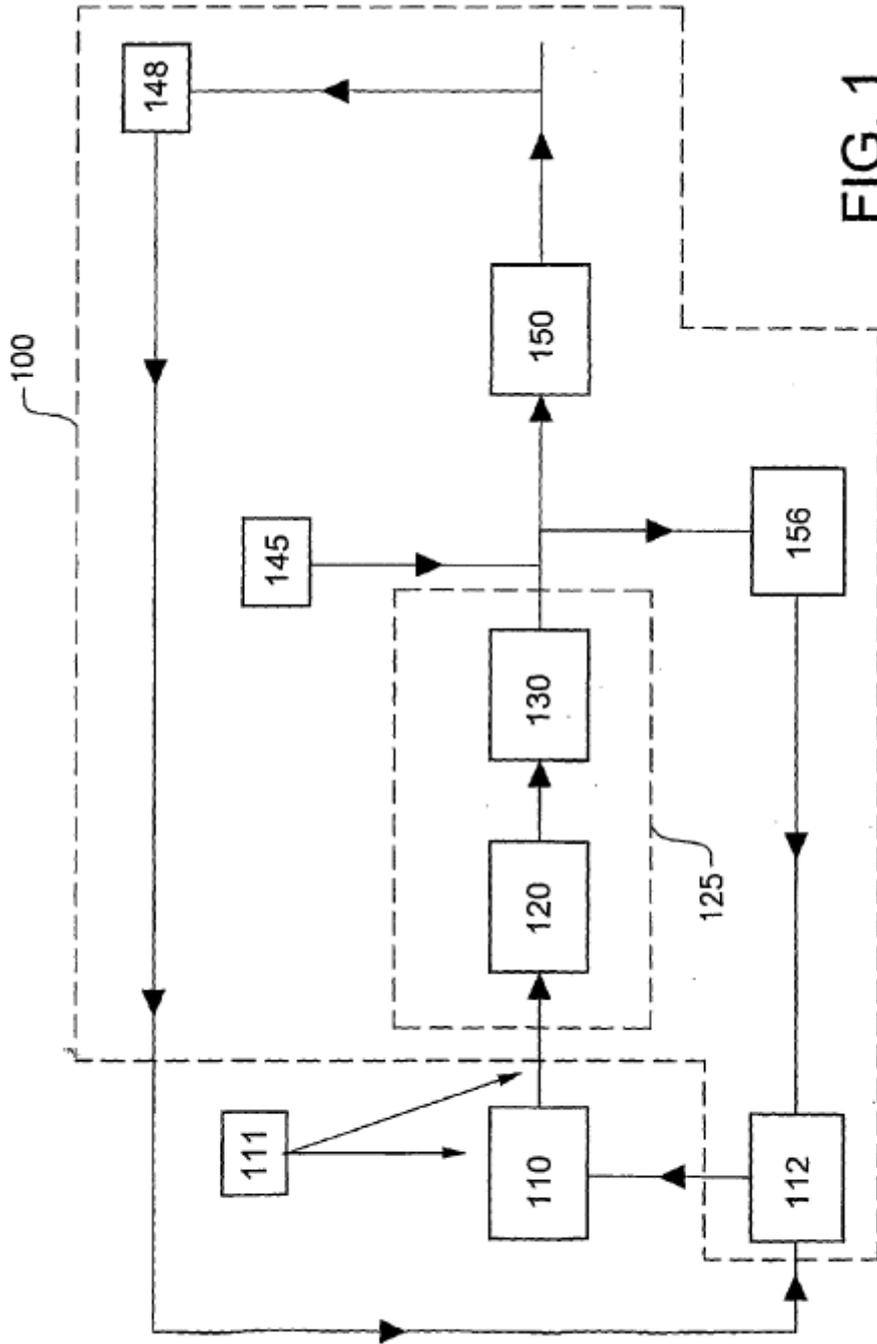


FIG. 1

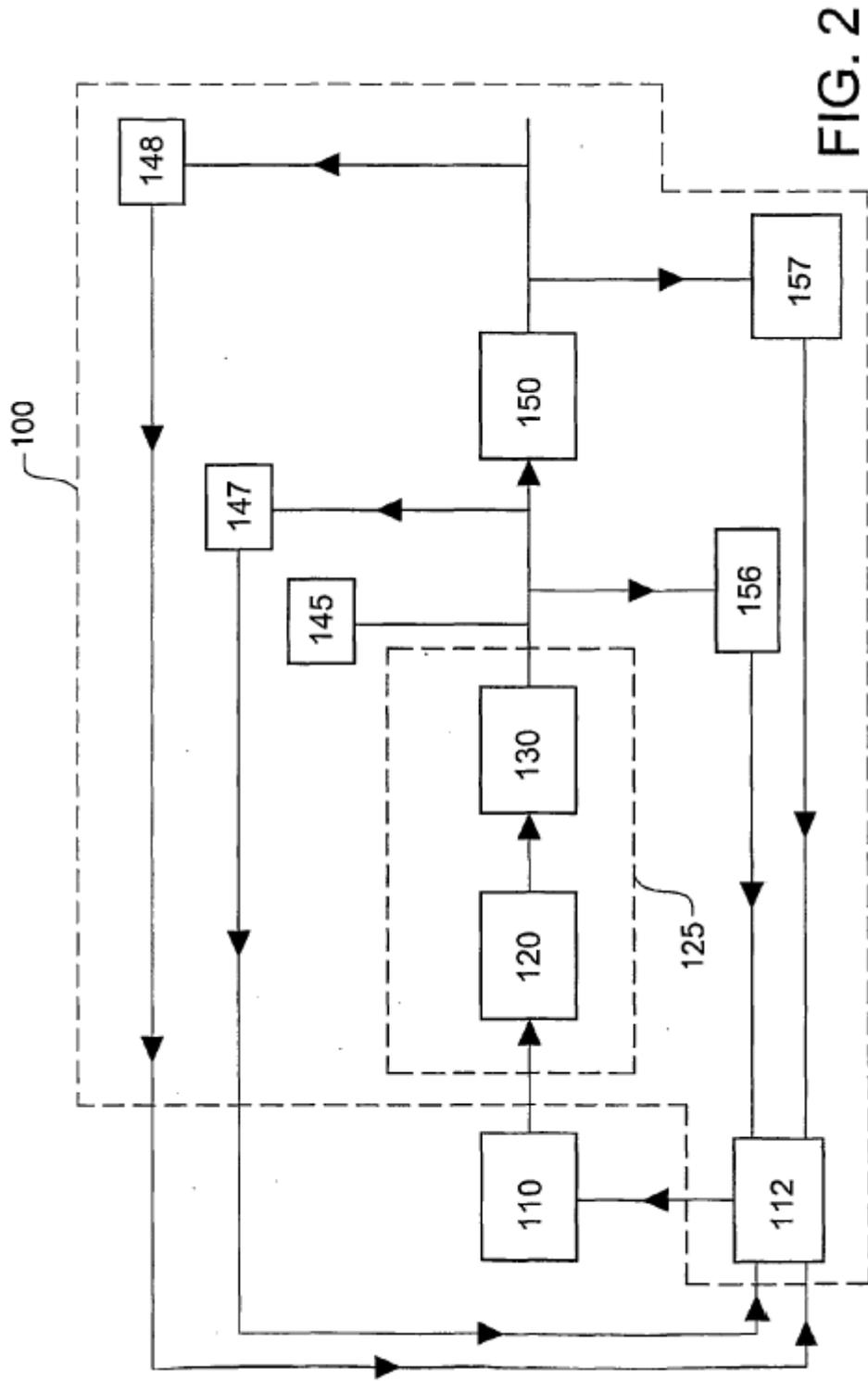


FIG. 2

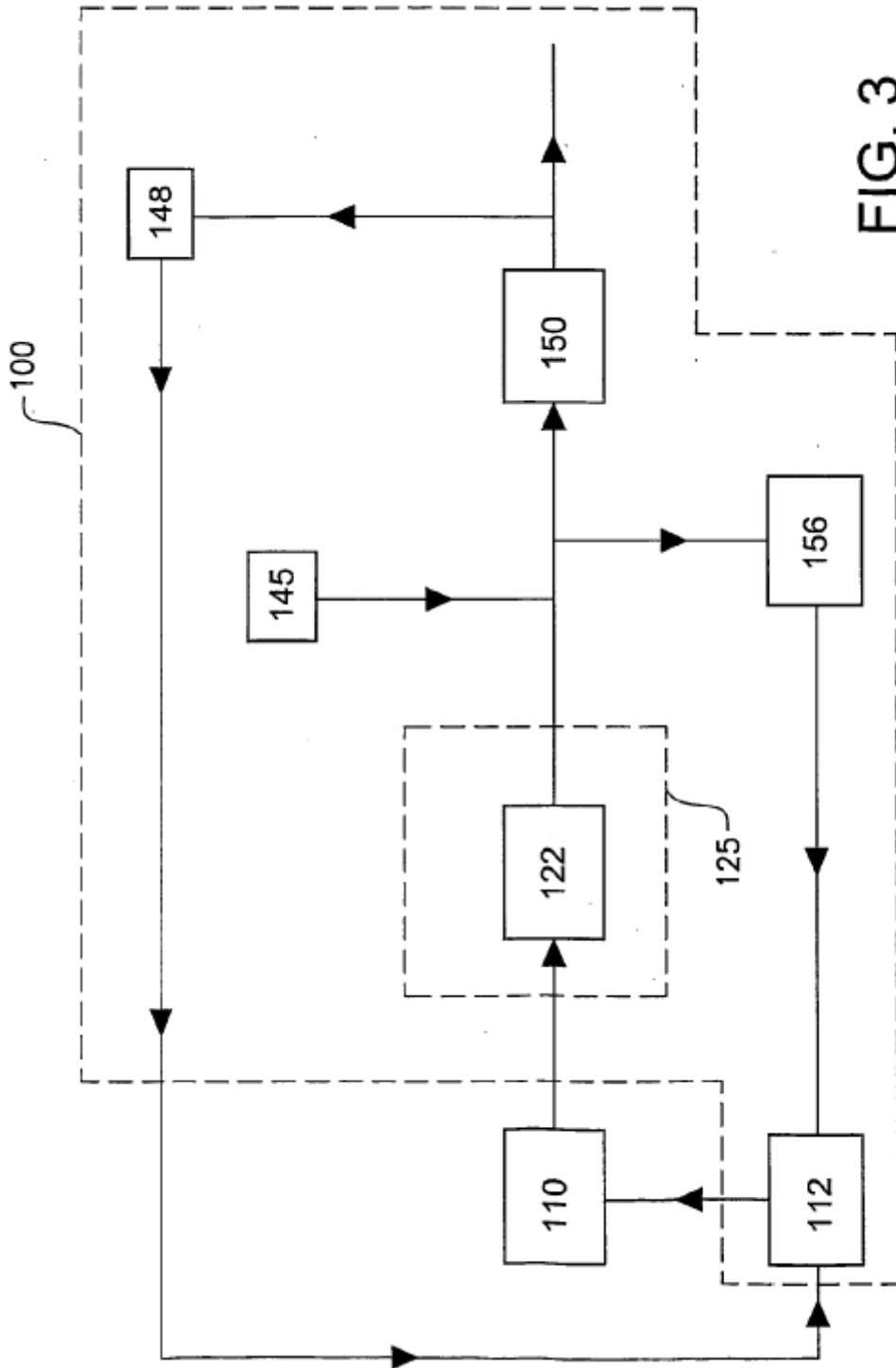


FIG. 3

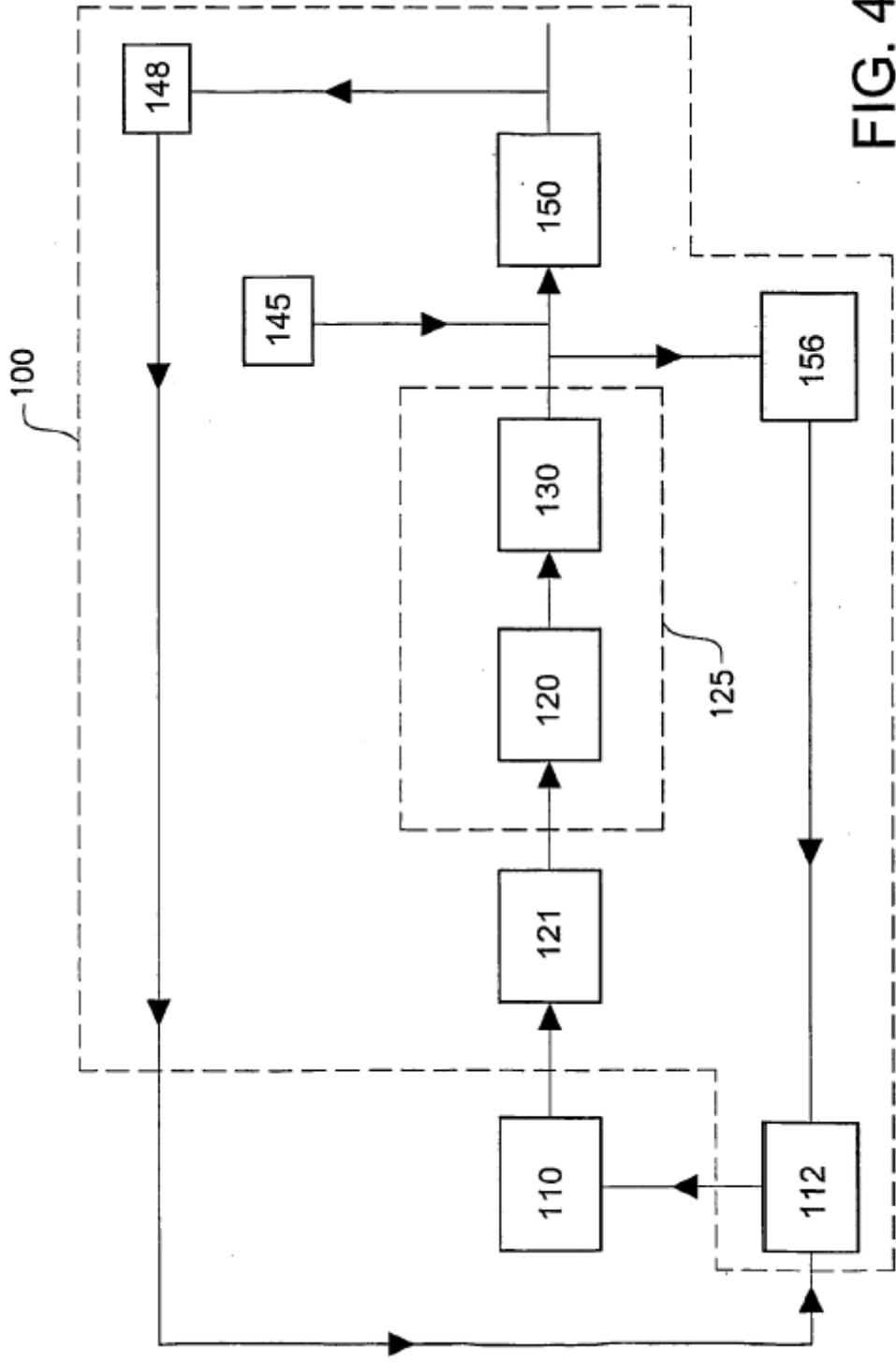


FIG. 4

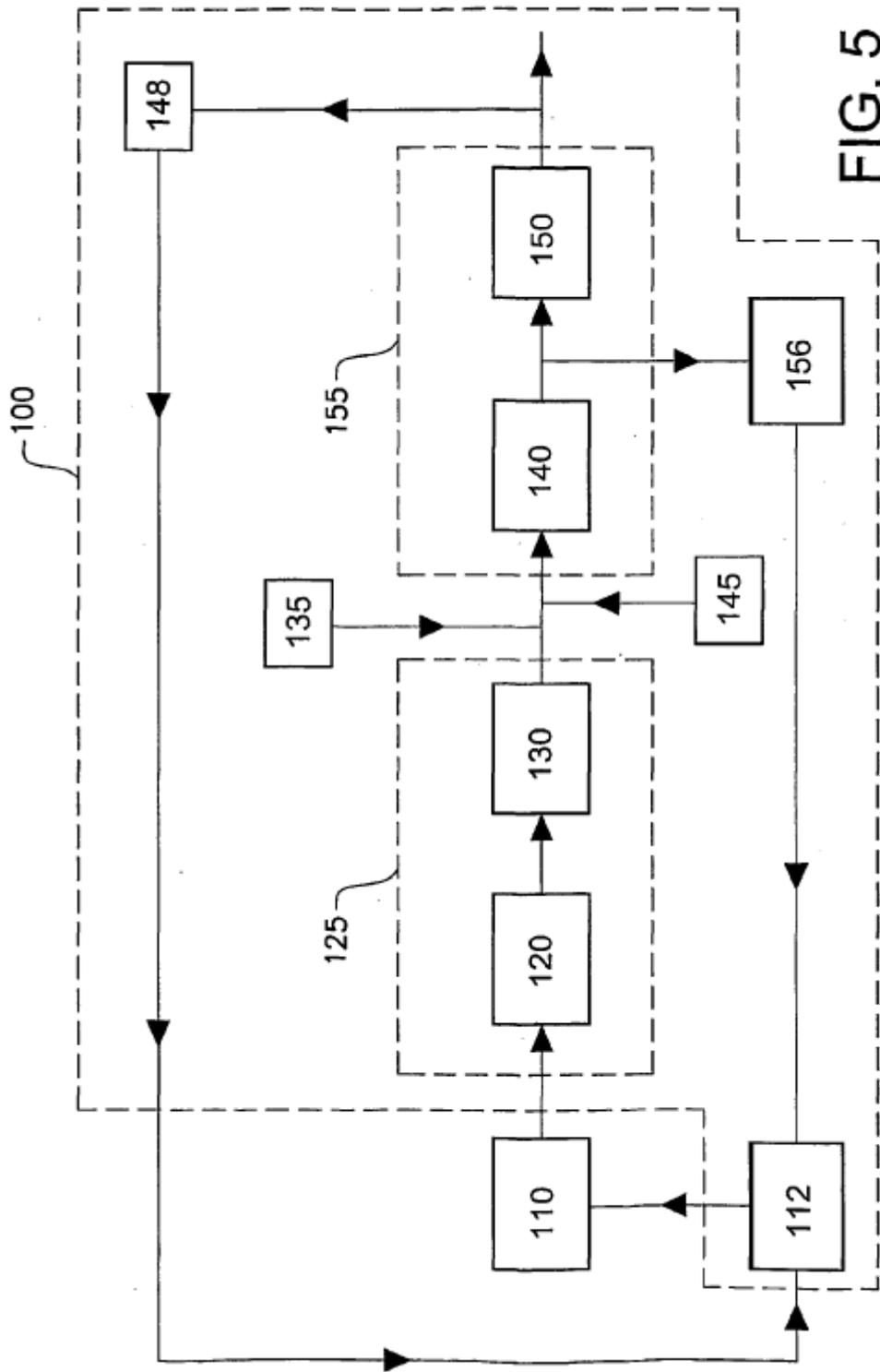


FIG. 5