

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 837 414**

51 Int. Cl.:

F01N 3/023 (2006.01)

B01D 53/94 (2006.01)

F01N 3/20 (2006.01)

F01N 3/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2008 E 18174727 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2020 EP 3409345**

54 Título: **Sistema de tratamiento de emisiones**

30 Prioridad:

12.12.2007 US 12947 P

09.12.2008 US 330663

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

30.06.2021

73 Titular/es:

BASF CORPORATION (100.0%)

100 Park Avenue

Florham Park, NJ 07932, US

72 Inventor/es:

HALLSTROM, KEVIN A.;

KUMAR, SANATH V.;

STIEBELS, SUSANNE y

VAARKAMP, MARIUS

74 Agente/Representante:

VIDAL GONZÁLEZ, Maria Ester

ES 2 837 414 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 tratamiento de emisiones

5 Antecedentes

La presente invención se refiere a un sistema de tratamiento de emisiones que tiene un catalizador de oxidación diésel (DOC) colocado corriente arriba de un filtro de hollín catalizado (CSF), que se coloca corriente arriba de un catalizador de reducción catalítica selectiva (SCR). En una o más realizaciones, el sistema proporciona un método efectivo para remediar simultáneamente los óxidos de nitrógeno (NO_x), material particulado, CO e hidrocarburos gaseosos presentes en las corrientes de gases de escape de los motores diésel.

Los gases de escape de los motores diésel son una mezcla heterogénea que contiene no solo emisiones gaseosas tales como monóxido de carbono ("CO"), hidrocarburos no quemados ("HC") y óxidos de nitrógeno (" NO_x "), sino también materiales en fase condensada (líquidos y sólidos) que constituyen las denominadas partículas o material particulado. A menudo, las composiciones de catalizador y los sustratos sobre los que se disponen las composiciones se proporcionan en los sistemas de gases de escape de los motores diésel para convertir algunos o todos estos componentes de gases de escape en componentes inocuos. Por ejemplo, los sistemas de gases de escape diésel pueden contener uno o más de un catalizador de oxidación diésel, un filtro de hollín y un catalizador para la reducción de NO_x .

Se sabe que los catalizadores de oxidación que contienen metales del grupo del platino, metales básicos y combinaciones de los mismos facilitan el tratamiento de los gases de escape de los motores diésel al promover la conversión de los contaminantes gaseosos HC y CO y alguna proporción del material particulado a través de la oxidación de estos contaminantes en dióxido de carbono y agua. Dichos catalizadores generalmente se contienen en unidades llamadas catalizadores de oxidación diésel (DOC), que se colocan en el escape de los motores diésel para tratar los gases de escape antes de que se ventilen a la atmósfera. Además de las conversiones de HC, CO y partículas gaseosas, los catalizadores de oxidación que contienen metales del grupo del platino (que normalmente se encuentran dispersos en un soporte de óxido refractario) también promueven la oxidación del óxido nítrico (NO) a NO_2 .

Las emisiones totales de material particulado de los gases de escape diésel se componen de tres componentes principales. Un componente es la fracción carbonosa sólida, seca, sólida o fracción de hollín. Este material carbonoso seco contribuye a las emisiones visibles de hollín comúnmente asociadas con los gases de escape de diésel. Un segundo componente del material particulado es la fracción orgánica soluble ("SOF"). La fracción orgánica soluble se denomina a veces fracción orgánica volátil ("VOF"), terminología que se usará en la presente descripción. La VOF puede existir en los gases de escape de diésel como vapor o como aerosol (gotitas finas de condensado líquido) en dependencia de la temperatura de los gases de escape de diésel. Generalmente está presente como líquidos condensados a la temperatura estándar de recolección de partículas de 52 °C en los gases de escape diluidos, según lo prescrito por una prueba de medición estándar, tal como el Procedimiento de prueba federal transitorio de servicio pesado de EE. UU. Estos líquidos surgen de dos fuentes: (1) aceite lubricante barrido de las paredes de los cilindros del motor cada vez que los pistones suben y bajan; y (2) combustible diésel no quemado o parcialmente quemado.

El tercer componente del material particulado es la denominada fracción de sulfato. La fracción de sulfato se forma a partir de pequeñas cantidades de componentes de azufre presentes en el combustible diésel y el aceite. Se forman pequeñas proporciones de SO_3 durante la combustión del diésel, que a su vez se combina rápidamente con el agua de los gases de escape para formar ácido sulfúrico. El ácido sulfúrico se acumula como una fase condensada con las partículas como un aerosol, o se adsorbe sobre los otros componentes de las partículas y, por lo tanto, se adiciona a la masa de TPM.

Una tecnología de postratamiento clave que se usa para una alta reducción de material particulado es el filtro de partículas diésel. Hay muchas estructuras de filtro conocidas que son efectivas para eliminar las partículas de los gases de escape de diésel, tales como filtros de flujo de pared de panel, filtros de fibra enrollada o empaquetada, espumas de celda abierta, filtros de metal sinterizado, etc. Sin embargo, los filtros de flujo de pared de cerámica, que se describen más abajo, reciben la mayor atención. Estos filtros son capaces de eliminar más del 90 % del material particulado de los gases de escape de diésel. El filtro es una estructura física para eliminar partículas de los gases de escape, y las partículas acumuladas aumentarán la contrapresión del filtro en el motor. Por lo tanto, las partículas acumuladas deben quemarse de forma continua o periódica fuera del filtro para mantener una contrapresión aceptable. Desafortunadamente, las partículas de hollín de carbono requieren temperaturas superiores a 500 °C para quemarse en las condiciones de escapes ricas en oxígeno (pobre). Esta temperatura es más alta que la que suele estar presente en los gases de escape de diésel.

Generalmente se introducen disposiciones para reducir la temperatura de combustión del hollín con el fin de proporcionar la regeneración pasiva del filtro. La presencia de un catalizador promueve la combustión del hollín, y regenera de esta manera los filtros a temperaturas accesibles dentro de los gases de escape de los motores diésel

bajo ciclos de trabajo realistas. De esta manera un filtro de hollín catalizado (CSF) o un filtro de partículas diésel catalizado (CDPF) es efectivo para proporcionar una reducción de material particulado > 80 % junto con la combustión pasiva del hollín acumulado, y de esta manera promover la regeneración del filtro.

Los estándares futuros de emisiones adoptados en todo el mundo también abordarán las reducciones de NO_x de los gases de escape de diésel. Una tecnología probada de reducción de NO_x aplicada a fuentes estacionarias con condiciones de escapes pobres es la reducción catalítica selectiva (SCR). En este proceso, el NO_x se reduce con amoníaco (NH₃) a nitrógeno (N₂) sobre un catalizador compuesto típicamente de metales básicos. La tecnología es capaz de reducir el NO_x en más del 90 % y, por lo tanto, representa uno de los mejores enfoques para lograr objetivos agresivos de reducción de NO_x. El SCR está en desarrollo para aplicaciones móviles, con urea (normalmente presente en una solución acuosa) como fuente de amoníaco. El SCR proporciona conversiones eficientes de NO_x siempre que la temperatura de los gases de escape esté dentro del intervalo de temperatura activa del catalizador, la ventana de operación.

Las nuevas regulaciones de emisiones para motores diésel en todo el mundo obligan al uso de sistemas de control de emisiones más avanzados. Estos sistemas deberán reducir tanto el material particulado total como el NO_x en aproximadamente un 90 por ciento. Los fabricantes de motores tienen múltiples opciones de sistemas de emisiones para cumplir con las nuevas regulaciones, pero una opción es la combinación de un sistema de filtro activo para la reducción de partículas y un sistema de reducción catalítica selectiva.

Una configuración del sistema que se propuso en la literatura implica un catalizador de oxidación diésel (DOC) colocado corriente abajo del motor, un filtro de hollín catalizado (CSF) colocado corriente abajo del DOC, una posición del sistema de inyección de reductor corriente abajo del CSF, un catalizador de reducción catalítica selectiva (SCR) colocado corriente abajo del sistema de inyección de reductor, y un catalizador de oxidación de amoníaco opcional (AMOX) colocado corriente abajo del catalizador de SCR. El sistema también incluye típicamente un sistema de inyección de hidrocarburos ubicado corriente abajo del motor y corriente arriba del DOC.

Esta configuración del sistema ofrece varias ventajas para la funcionalidad general del sistema. Tener el DOC en la primera posición permite colocarlo lo más cerca posible del motor, lo que garantiza un calentamiento rápido para las emisiones de HC y CO de arranque en frío y la temperatura máxima de entrada del DOC para la regeneración activa del filtro. El CSF que se encuentra delante del SCR evitará que se depositen partículas, cenizas de aceite y otros materiales indeseables en el catalizador de SCR, y por lo tanto mejora su durabilidad y rendimiento. Tener catalizadores de oxidación frente al SCR permite un aumento en la relación de NO₂ a NO (o NO₂ a NO_x que ingresa al SCR, que se sabe que aumenta la velocidad de reacción de la reducción de NO_x que ocurre en el SCR si se controla adecuadamente. Un ejemplo de dicho sistema se describe en la publicación de solicitud de patente de los EE. UU. número 2005/0069476.

El documento núm. US 2006/0153761 A1 describe un sistema de tratamiento de gases de escape que usa un filtro de partículas, un convertidor catalítico de almacenamiento de óxido de nitrógeno y un convertidor catalítico SCR. El documento núm. US 6877313 B1 describe un sistema de tratamiento de gases de escape que comprende un primer catalizador para oxidar hidrocarburos, un segundo catalizador para convertir NO y una trampa de partículas.

Existe una necesidad constante de investigar y proporcionar estrategias de sistemas alternativos para mejorar el tratamiento de las corrientes de gases de escape que contienen NO_x y partículas.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona un sistema de tratamiento de emisiones como se define en cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 11. Los solicitantes determinaron que en sistemas tales como el tipo en el que un DOC se ubica corriente arriba de un CSF, que está ubicado corriente arriba de un catalizador de SCR, el control óptimo de la relación de NO a NO₂ que ingresa al filtro puede ser un problema con el gran volumen de catalizador de oxidación que está presente en el DOC y el CSF frente al SCR. De acuerdo con una o más realizaciones de la invención, se proporciona un mejor control de la relación de NO a NO₂ del gas de escape que fluye hacia el SCR mediante el uso de una combinación novedosa de DOC y CSF. Por lo tanto, las realizaciones de la invención se dirigen a sistemas de tratamiento de emisiones para el tratamiento de una corriente de gases de escape de un motor, ¡la corriente de escape comprende NO_x y material particulado. El sistema de tratamiento de emisiones comprende un catalizador de oxidación diésel ubicado corriente abajo del motor. El NO_x está compuesto por al menos NO y NO₂. El DOC se coloca dentro del camino de la corriente de gases de escape. El catalizador de oxidación diésel es efectivo para no producir sustancialmente NO₂ adicional en la corriente de gas de escape después de pasar a través del catalizador de oxidación diésel. El DOC opera de esta manera en aproximadamente el 90 % de la ventana operativa del catalizador de oxidación diésel. Un filtro de hollín catalizado se encuentra corriente abajo del catalizador de oxidación diésel. El CSF tiene una pluralidad de pasajes que se extienden longitudinalmente delimitados por paredes que se extienden longitudinalmente. Los pasajes comprenden pasajes de entrada que tienen un extremo de entrada abierto y un extremo de salida cerrado, y pasajes de salida que tienen un extremo de entrada cerrado y un extremo de salida abierto. El filtro de hollín catalizado comprende una composición de catalizador de oxidación en las

paredes, el filtro de hollín catalizado es efectivo para optimizar la relación de NO a NO₂ que sale del filtro. Un catalizador reductor de NO_x se sitúa corriente abajo del filtro de hollín catalizado.

El sistema de tratamiento de emisiones, de acuerdo con otras realizaciones, tiene un catalizador de reducción catalítica selectiva como el catalizador de reducción de NO_x.

Otras realizaciones de un sistema de tratamiento de emisiones también incluyen un sistema de inyección de reductor. El sistema de inyección de reductor está ubicado entre el filtro de hollín catalizado y el catalizador reductor de NO_x. En algunas realizaciones que incluyen un sistema de inyección de reductor, un catalizador de oxidación de amoníaco se dispone corriente abajo del catalizador de reducción de NO_x.

Las realizaciones detalladas del sistema de tratamiento de emisiones muestran una corriente de escape de gas que sale del filtro de hollín catalizado con una relación NO/NO₂ entre aproximadamente 0,6 y aproximadamente 1,4. En realizaciones más detalladas, la relación NO/NO₂ es de aproximadamente 0,7 a aproximadamente 1,3. Realizaciones aún más detalladas tienen la relación NO/NO₂ que sale del filtro de hollín catalizado dirigida a aproximadamente 1:1. Se entenderá, por supuesto, que la invención no se limita a una relación NO/NO₂ particular, y son posibles relaciones más altas o más bajas.

Otras realizaciones de la invención se dirigen a métodos de tratamiento de una corriente de gases de escape de un motor diésel, donde la corriente de gases de escape comprende NO_x y material particulado. Los métodos comprenden disponer un catalizador de oxidación diésel dentro de la corriente de gases de escape. El catalizador de oxidación diésel produce poco o ningún NO₂ adicional en la corriente de gases de escape. Un filtro de hollín catalizado se dispone corriente abajo del catalizador de oxidación diésel. El filtro de hollín catalizado tiene una pluralidad de pasajes que se extienden longitudinalmente delimitados por paredes que se extienden longitudinalmente. Los pasajes comprenden pasajes de entrada que tienen un extremo de entrada abierto y un extremo de salida cerrado, y pasajes de salida que tienen un extremo de entrada cerrado y un extremo de salida abierto, el filtro de hollín catalizado comprende una composición catalizadora en las paredes. El filtro de hollín catalizado es efectivo para optimizar la proporción de NO a NO₂ que sale del filtro. Un catalizador de reducción catalítica selectiva se dispone corriente abajo del filtro de hollín catalizado. Los métodos comprenden además hacer pasar la corriente de gases de escape del motor diésel a través del DOC, el CSF y el SCR.

Otras realizaciones comprenden disponer un sistema de inyección de reductor entre el filtro de hollín catalizado y el catalizador de reducción catalítica selectiva. El sistema de inyección de reductor adiciona periódicamente, o dosifica, un reductor en la corriente de gases de escape que sale del filtro de hollín catalizado. Algunas realizaciones de esta variedad también tienen un catalizador de oxidación de amoníaco ubicado corriente abajo del catalizador de SCR.

Realizaciones adicionales son métodos para tratar una corriente de gases de escape de un motor diésel, donde la corriente de gases de escape comprende NO_x y material particulado. Estos métodos comprenden suprimir la producción de NO₂ de los gases de escape que pasa a través de un catalizador de oxidación diésel y controlar la relación NO/NO₂ a través de un filtro de hollín catalizado corriente abajo. Esto mejora el control de un catalizador de reducción catalítica selectiva corriente abajo.

Otras realizaciones incluyen la dosificación de un reductor en la corriente de escape. El reductor puede adicionarse antes del catalizador de reducción catalítica selectiva. Algunas realizaciones de este tipo también incluyen oxidar cualquier reductor residual después del catalizador de reducción catalítica selectiva.

Las realizaciones detalladas de los métodos tienen la relación NO/NO₂ controlada de aproximadamente 0,6 a aproximadamente 1,4. En realizaciones detalladas adicionales, la relación NO/NO₂ se controla desde aproximadamente 0,7 hasta aproximadamente 1,3, o desde aproximadamente 0,8 hasta aproximadamente 1,2.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una representación esquemática de una realización de un sistema de tratamiento de emisiones de acuerdo con una realización de la invención;

La Figura 2 muestra una vista en perspectiva de un sustrato de filtro de flujo de pared;

La Figura 3 muestra una vista en corte de una sección de un sustrato de filtro de flujo de pared;

La Figura 4 muestra una realización de una realización de un sistema de tratamiento de emisiones de la invención que incluye un depósito de urea y un inyector;

La Figura 5 muestra un gráfico del porcentaje de NO₂ en el NO_x en función de la temperatura;

La Figura 6 muestra un gráfico del porcentaje de NO₂ en el NO_x en función de la temperatura;

La Figura 7 muestra un gráfico del rendimiento de SCR en relación con la relación NO_2/NO_x ;

La Figura 8 muestra un gráfico de la contribución de DOC a la salida NO_2 ;

5 La Figura 9 muestra un gráfico del % de NO_2/NO_x en la salida del DOC;

La Figura 10 muestra un gráfico de las emisiones de FTIR en función del tiempo para una prueba de carga de hollín de 3 horas; y

10 La Figura 11 muestra un gráfico de la conversión de NO_2 a través del DOC a 275 °C.

Descripción detallada de la invención

15 Antes de describir varias realizaciones ilustrativas de la invención, debe entenderse que la invención no se limita a los detalles de construcción o etapas del proceso expuestos en la siguiente descripción. La invención es susceptible de otras realizaciones y de ser practicada o llevada a cabo de diversas formas.

"Alúmina activada" tiene su significado habitual de alúmina de área superficial BET alta, que comprende una o más de alúminas gamma-, theta- y delta.

20 "Área de superficie BET" tiene su significado habitual de referirse al método de Brunauer, Emmett, Teller para determinar el área de superficie por absorción de N_2 . A menos que se indique específicamente de otra manera, todas las referencias en la presente descripción al área superficial de los componentes de soporte del catalizador u otros componentes del catalizador significan el área superficial BET.

25 "Forma a granel", cuando se usa para describir la forma física de un material (por ejemplo, ceria), significa que el material está presente como partículas discretas que pueden ser tan pequeñas como de 1 a 15 micras de diámetro o más pequeñas, en lugar de estar dispersas en solución sobre otro material tal como la gamma alúmina. A modo de ejemplo, en algunas realizaciones de la invención, las partículas de ceria se mezclan con partículas de gamma alúmina de manera que la ceria esté presente en forma a granel, a diferencia de, por ejemplo, impregnar partículas de alúmina con soluciones acuosas de precursores de ceria que tras la calcinación se convierten en ceria dispuesta sobre las partículas de alúmina.

30 Cuando está presente en un catalizador, "componente de cerio" significa uno o más óxidos de cerio (por ejemplo, CeO_2).

35 "Corriente abajo" y "Corriente arriba", cuando se usan para describir un artículo, sustrato de catalizador o zona, se refieren a las posiciones relativas en el sistema de gases de escape detectadas en la dirección del flujo de la corriente de gases de escape. Cuando un catalizador o zona de catalizador está "corriente abajo" o "corriente arriba" de otro catalizador o zona, puede estar en un sustrato o ladrillo diferente o en una región diferente del mismo sustrato o ladrillo.

40 "Soporte de área de superficie elevada" significa materiales de soporte con un área de superficie BET que es de aproximadamente más de 10 m^2/g , por ejemplo, más de 150 m^2/g .

45 "Componente de metal del grupo del platino" o "PGM" se refiere a los metales del grupo del platino u óxidos de los mismos. Los componentes de metal del grupo del platino adecuados son componentes de platino, paladio, rodio, iridio, y combinaciones de los mismos.

50 "Catalizador de oxidación diésel" o "DOC" se refiere a un catalizador que promueve los procesos de oxidación en los gases de escape de diésel, para reducir las emisiones de la fracción orgánica de partículas de diésel, hidrocarburos en fase gaseosa y/o monóxido de carbono.

55 "Regeneración activa" se refiere a la introducción de un material combustible (por ejemplo, combustible diésel) en el escape y quemarlo a través de un catalizador de oxidación para generar una exoterminia que proporciona el calor (por ejemplo, aproximadamente 500-700 °C) necesario para quemar partículas tales como el hollín del filtro

Un catalizador de destrucción de amoníaco o AMOX se refiere a un catalizador que promueve la oxidación de NH_3 .

60 "Filtro de partículas" o "filtro de hollín" es un filtro diseñado para eliminar el material particulado de una corriente de gas de escape, tal como el hollín, y los filtros de partículas incluyen, entre otros, filtros de flujo de pared de panel, filtro de filtración parcial, un filtro de malla de alambre filtros de fibras enrolladas, filtros de metal sinterizado; y filtros de espuma.

Como se usa en la presente descripción, "ventana de funcionamiento" se refiere a los valores de temperatura y velocidad espacial encontrados por el componente catalítico durante el funcionamiento del motor. La temperatura de la ventana operativa puede variar entre 0 °C y 800 °C, y la velocidad espacial puede variar entre 0 y 1 000 000/hora.

Para cumplir con las futuras regulaciones de emisiones de servicio pesado en todo el mundo, será necesario utilizar un sistema de control de emisiones de reducción de partículas y reducción de NO_x. Un enfoque es la utilización de un sistema de filtro de partículas activo más un sistema de reducción catalítica selectiva. Este sistema puede configurarse de varias formas, pero en el siguiente orden - catalizador de oxidación diésel (DOC) - filtro de hollín catalizado (CSF) - inyección de urea - catalizador de reducción catalítica selectiva (SCR) - con o sin un catalizador de oxidación de amoníaco (AMOX) parece ofrecer beneficios de diseño atractivos.

Las realizaciones de esta invención utilizan un DOC que se diseña específicamente para quemar combustible para la regeneración activa del filtro mediante inyección de combustible, ya sea en el cilindro del motor o después de la inyección en los gases de escape con una producción mínima o nula de NO₂ en el DOC, de manera que la salida del DOC de NO₂ tiene un efecto insignificante o nulo sobre la oxidación de partículas en el filtro. El CSF se diseña específicamente para optimizar la relación NO/NO₂ fuera del filtro para facilitar la reducción óptima de NO_x en todo el sistema SCR.

Las realizaciones de la invención se refieren a un sistema de tratamiento de emisiones que proporciona efectivamente un tratamiento simultáneo del material particulado, el NO_x y otros componentes gaseosos de los gases de escape de un motor diésel. Debido a la elección de las composiciones catalíticas implementadas en el sistema, se proporciona una reducción efectiva de contaminantes para las corrientes de gases de escape de diferentes temperaturas. Este rasgo es ventajoso para operar vehículos diésel bajo cargas y velocidades variables que impactan significativamente las temperaturas de gases de escape emitidas por los motores de dichos vehículos.

En la Figura 1 se representa esquemáticamente una realización del sistema de tratamiento de emisiones de la invención. Como puede verse en la Figura 1, los gases de escape que contienen contaminantes gaseosos (incluidos los hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y NO_x) y material particulado se transporta desde el motor 10 a un catalizador de oxidación 11. En el catalizador de oxidación 11, los hidrocarburos gaseosos y no volátiles no quemados (es decir, la VOF) y el monóxido de carbono se queman en gran medida para formar dióxido de carbono y agua. La eliminación de proporciones sustanciales de la VOF mediante el uso del catalizador de oxidación, en particular, ayuda a prevenir una deposición demasiado grande del material particulado en el filtro de hollín 12 (es decir, obstrucción), que se coloca corriente abajo en el sistema. Además, sustancialmente no se genera NO₂ en el catalizador de oxidación. Por ejemplo, la cantidad de NO₂ que entra en el catalizador de oxidación es sustancialmente igual o menor que la cantidad que sale del catalizador de oxidación.

La corriente de escape se transporta al filtro de hollín 12. Al pasar por el filtro de hollín, el material particulado se filtra y el gas contiene relaciones aproximadamente iguales de NO a NO₂.

El material particulado, que incluye la fracción de hollín y la VOF, también se elimina en gran medida (más del 80 %) mediante el filtro de hollín. El material particulado depositado en el filtro de hollín se quema a través de la regeneración del filtro, la temperatura a la que se quema la fracción de hollín del material particulado se reduce por la presencia de la composición catalizadora dispuesta en el filtro de hollín.

En la realización que se muestra en la Figura 1, se inyecta un reductor, en este caso amoníaco, en forma de pulverización a través de una boquilla (no mostrada) en la corriente de gases de escape corriente abajo del filtro de hollín. La urea acuosa que se muestra en una línea 18 puede servir como precursor de amoníaco que puede mezclarse con aire en otra línea 19 en una estación de mezcla 16. La válvula 15 puede usarse para medir cantidades precisas de urea acuosa que se convierte en amoníaco en la corriente de gases de escape.

Corriente abajo del filtro de hollín 12 hay un catalizador de reducción catalítica selectiva (SCR). Los gases de escape que contienen NO y NO₂ se reducen a N₂ en el SCR.

El sistema de tratamiento de emisiones puede equiparse con un catalizador 14 de oxidación por deslizamiento corriente abajo del catalizador 13 de SCR. El catalizador de oxidación en deslizamiento puede recubrirse, por ejemplo, con una composición que contenga metales básicos y menos del 0,5 % en peso de platino. Esta disposición puede usarse para oxidar cualquier exceso de NH₃ antes de que se ventile a la atmósfera.

Las composiciones de catalizador de SCR adecuadas para su uso en el sistema son capaces de catalizar efectivamente la reducción del componente NO_x, de manera que pueden tratarse niveles adecuados de NO_x incluso en condiciones de baja carga que típicamente se asocian con temperaturas de escape más bajas. En una o más realizaciones, el artículo catalizador es capaz de convertir al menos el 50 % del componente NO_x en N₂, en dependencia de la cantidad de reductor adicionada al sistema. Además, las composiciones de catalizador de SCR para su uso en el sistema también pueden ayudar idealmente en la regeneración del filtro mediante la reducción de la temperatura a la que se quema la fracción de hollín del material particulado. Otro atributo deseable de la

composición es que posee la capacidad de catalizar la reacción de O_2 con cualquier exceso de NH_3 a N_2 y H_2O , de manera que el NH_3 no se emita a la atmósfera.

Las composiciones de catalizador de SCR útiles usadas en el sistema también tienen resistencia térmica a temperaturas superiores a 650 °C. Estas altas temperaturas se encuentran a menudo durante la regeneración de filtros de hollín. Además, las composiciones de catalizador de SCR deberían resistir la degradación tras la exposición a componentes de azufre, que a menudo están presentes en las composiciones de gases de escape de diésel.

Las composiciones de catalizador de SCR adecuadas se describen, por ejemplo, en las patentes de EE. UU. núm. 4,961,917 (la patente '917) y 5,516,497. Las composiciones descritas en la patente '917 incluyen uno o ambos de un promotor de hierro y de cobre presentes en una zeolita en una cantidad de aproximadamente 0,1 a 30 por ciento en peso, un ejemplo específico es de aproximadamente 1 a 5 por ciento en peso, del peso total del promotor más zeolita. Además de su capacidad para catalizar la reducción de NO_x con NH_3 a N_2 , las composiciones descritas también pueden promover la oxidación del exceso de NH_3 con O_2 , especialmente para aquellas composiciones que tienen mayores concentraciones de promotor.

Las zeolitas usadas en dichas composiciones son resistentes al envenenamiento por azufre, mantienen un alto nivel de actividad para el proceso de SCR y son capaces de oxidar el exceso de amoníaco con oxígeno. Los ejemplos específicos no limitantes de dichas zeolitas incluyen USY, Beta y ZSM-20. Ejemplos adicionales de catalizadores de SCR adecuados incluyen zeolita que tiene estructura CHA, por ejemplo, SSZ-13, y tamices moleculares no zeolíticos que tienen estructura CHA, por ejemplo, silicoaluminofosfatos tales como SAPO-34, SAPO-18, SAPO-44. Son ejemplos particulares, no limitantes, materiales que tienen la estructura CHA que se promueven con Cu y/o Fe, por ejemplo, Cu/SSZ-13 y Cu/SAPO-34, Cu/SAPO-18 y CuSAPO-44.

Los sustratos de flujo de pared útiles para soportar las composiciones de catalizador de SCR tienen una pluralidad de pasajes de flujo de gas finos, sustancialmente paralelos que se extienden a lo largo del eje longitudinal del sustrato. Típicamente, cada pasaje está bloqueado en un extremo del cuerpo del sustrato, con pasajes alternos bloqueados en las caras de los extremos opuestos. Dichos vehículos monolíticos pueden contener hasta aproximadamente 700 o más pasajes de flujo (o "celdas") por pulgada cuadrada de sección transversal, aunque pueden usarse muchos menos. Por ejemplo, el portador puede tener de aproximadamente 7 a 600, más habitualmente de aproximadamente 100 a 400 celdas por pulgada cuadrada ("cpsi"). Las celdas pueden tener secciones transversales que sean rectangulares, cuadradas, circulares, ovaladas, triangulares, hexagonales, o tienen otras formas poligonales. Los sustratos de flujo de pared típicamente tienen un grosor de pared entre 0,005 y 0,254 cm (0,002 y 0,1 pulgadas). Un ejemplo de un sustrato de flujo de pared adecuado tiene un grosor de pared de entre aproximadamente 0,005 y 0,0381 cm (0,002 y 0,015 pulgadas).

Las Figuras 2 y 3 ilustran un sustrato 30 de filtro de flujo de pared que tiene una pluralidad de pasajes 52. Los pasajes están encerrados de forma tubular por las paredes internas 53 del sustrato del filtro. El sustrato tiene un extremo de entrada 54 y un extremo de salida 56. Los pasajes alternativos se tapan en el extremo de entrada con tapones de entrada 58, y en el extremo de salida con tapones de salida 60 para formar patrones de tablero de ajedrez opuestos en la entrada 54 y la salida 56. Una corriente de gas 62 entra a través de la entrada 64 del canal destapado, es detenida por el tapón de salida 60 y se difunde a través de las paredes del canal 53 (que son porosas) hacia el lado de salida 66. El gas no puede volver al lado de entrada de las paredes debido a los tapones de entrada 58.

Los sustratos del filtro de flujo de pared adecuados están compuestos de materiales similares a la cerámica tales como cordierita, α -alúmina, carburo de silicio, nitruro de silicio, zirconia, mullita, espodumena, alúmina-sílice-magnesia, titanato de aluminio o silicato de circonio, o de cualquier otro metal refractario, poroso adecuado. Los sustratos de flujo de pared también pueden estar formados por materiales compuestos de fibra cerámica. Los sustratos de flujo de pared adecuados están formados por cordierita y carburo de silicio. Dichos materiales son capaces de resistir el medio ambiente, particularmente las altas temperaturas, encontradas en el tratamiento de las corrientes de escape.

Los sustratos de flujo de pared adecuados para su uso en el sistema de la invención incluyen panales de paredes porosas delgadas (monolitos) a través de los cuales pasa la corriente de fluido sin causar un aumento demasiado grande de la contrapresión o presión a través del artículo. Normalmente, la presencia de un artículo de flujo de pared limpio creará una contrapresión de columna de agua de 1 pulgada a 10 psig. Los sustratos de flujo de pared de cerámica usados en el sistema pueden estar formados por un material que tenga una porosidad de al menos 50 % (por ejemplo, de 50 a 75 %) con un tamaño medio de poro de al menos 5 micras (por ejemplo, de 5 a 30 micras). Cuando se recubren sustratos con estas porosidades y estos tamaños medios de poros con las técnicas descritas más abajo, pueden cargarse niveles adecuados de composiciones de catalizador de SCR sobre los sustratos para lograr una excelente eficiencia de conversión de NO_x . Estos sustratos son aún capaces de mantener características de flujo de escape adecuadas, es decir, contrapresiones aceptables, a pesar de la carga de catalizador de SCR. La patente de EE. UU. núm. 4,329,162 describe sustratos de flujo de pared adecuados.

Los filtros de flujo de pared adecuados pueden formarse con porosidades de pared más bajas, por ejemplo, de aproximadamente 35 % a 50 %, que los filtros de flujo de pared utilizados en la invención. En general, la distribución del tamaño de poro de un filtro de flujo de pared comercial adecuado es muy amplia con un tamaño de poro medio menor de 17 micras.

El filtro de flujo de pared porosa usado de acuerdo con las realizaciones de esta invención está catalizado porque la pared de dicho elemento tiene sobre el mismo o contiene en él uno o más materiales catalíticos. Los materiales catalíticos pueden estar presentes en el lado de entrada de la pared del elemento solo, el lado de salida solo, tanto en el lado de entrada como en el de salida, o la pared misma puede consistir en todo, o en parte, del material catalítico. Esta invención incluye el uso de una o más capas de materiales catalíticos y combinaciones de una o más capas de materiales catalíticos en las paredes de entrada y/o salida del elemento.

Para recubrir los sustratos de flujo de pared con una composición de catalizador, los sustratos se sumergen verticalmente en una porción de la suspensión de catalizador de manera que la parte superior del sustrato se ubique justo encima de la superficie de la suspensión. De esta manera, la suspensión entra en contacto con la cara de entrada de cada pared del panel, pero se evita que entre en contacto con la cara de salida de cada pared. La muestra se deja en la suspensión durante unos 30 segundos. El sustrato se retira de la suspensión, y el exceso de suspensión se elimina del sustrato de flujo de pared primero al permitir que se drene de los canales, luego mediante el soplo con aire comprimido (en contra de la dirección de penetración de la suspensión) y después mediante un vacío desde la dirección de penetración de la suspensión. Al usar esta técnica, la suspensión de catalizador permea típicamente las paredes del sustrato, sin embargo, los poros no se ocuyen hasta el punto de que se acumule una contrapresión indebida en el sustrato terminado. Como se usa en la presente descripción, el término "permeado" cuando se usa para describir la dispersión de la suspensión de catalizador sobre el sustrato, significa que la composición de catalizador se dispone por toda la pared del sustrato.

Los sustratos recubiertos se secan típicamente a aproximadamente 100 °C y se calcinan a una temperatura más alta (por ejemplo, de 300 a 450 °C). Después de la calcinación, la carga de catalizador puede determinarse mediante el cálculo de los pasajes recubiertos y no recubiertos del sustrato. Como resultará evidente para los expertos en la técnica, la carga de catalizador puede modificarse mediante la alteración del contenido de sólidos de la suspensión de recubrimiento. Alternativamente, pueden realizarse inmersiones repetidas del sustrato en la suspensión de recubrimiento, seguido de la eliminación del exceso de suspensión como se describió anteriormente.

Se proporciona un sistema de dosificación de reductor corriente abajo del filtro de hollín y corriente arriba del catalizador de SCR para inyectar un reductor de NO_x en la corriente de gases de escape. Como se describe en la patente de EE. UU. núm. 4,963,332, puede sensarse el NO_x corriente arriba y corriente abajo del convertidor catalítico, y una válvula de dosificación pulsada puede controlarse por las señales de corriente arriba y corriente abajo. En configuraciones alternativas, los sistemas descritos en la patente de EE. UU. núm. 5,522,218, donde el ancho de pulso del inyector de reductor se controla a partir de mapas de temperatura de los gases de escape y condiciones de funcionamiento del motor tales como rpm del motor, engranaje de transmisión y velocidad del motor. También se hace referencia a la discusión de los sistemas de medición de pulsos de reductor en la patente de EE. UU. núm. 6,415,602.

En la realización de la Figura 4, un depósito de urea acuosa 22 almacena una solución de urea/agua a bordo del vehículo que se bombea a través de una bomba 21 que incluye un filtro y un regulador de presión hasta un inyector de urea 16. El inyector de urea 16 es una cámara de mezcla que recibe aire regulado por presión en la línea 19 que es pulsado por una válvula de control al inyector de urea 16. Se obtiene una solución atomizada de urea/agua/aire que se inyecta por pulsos a través de una boquilla 23 en el tubo de escape 24 corriente arriba del catalizador de SCR 13.

Esta invención no se limita a la disposición de dosificación de urea acuosa que se muestra en la Figura 4. Se contempla que pueda utilizarse un reactivo a base de nitrógeno gaseoso. Por ejemplo, un inyector de gránulos de urea o ácido cianúrico puede dosificar gránulos sólidos de urea a una cámara calentada por los gases de escape para gasificar el reductor sólido (intervalo de temperatura de sublimación de aproximadamente 300 a 400 °C). El ácido cianúrico se gasificará a ácido isocianico (HNCO) y la urea se gasificará a amoníaco y HNCO. Con cualquiera de los reductores, puede proporcionarse un catalizador de hidrólisis en la cámara y una corriente de deslizamiento de los gases de escape dosificada en la cámara (los gases de escape contienen suficiente vapor de agua) para hidrolizar (temperaturas de aproximadamente 150 a 350 °C) HNCO para producir amoníaco.

Además de urea y ácido cianúrico, otros reactivos reductores o reductores basados en nitrógeno especialmente adecuados para su uso en el sistema de control de la presente invención incluyen ammelida, ammelina, cianato de amonio, biuret, ácido cianúrico, carbamato de amonio, melamina, tricianourea, y mezclas de cualquier número de estos. Sin embargo, la invención en un sentido más amplio no se limita a reductores basados en nitrógeno, sino que puede incluir cualquier reductor que contenga hidrocarburos, tales como combustibles destilados, incluidos alcoholes, éteres, compuestos órgano-nitro y similares (por ejemplo, metanol, etanol, éter dietílico, etc.) y diversas aminas y sus sales (especialmente sus carbonatos), que incluyen guanidina, carbonato de metilamina, hexametilamina, etc.

Corriente arriba del sistema de dosificación de reductor hay un catalizador de oxidación (o DOC). El catalizador de oxidación puede formarse a partir de cualquier composición que proporcione una combustión efectiva de hidrocarburos gaseosos y no volátiles no quemados (es decir, la VOF) y monóxido de carbono. Además, el catalizador de oxidación debe ser efectivo para evitar la conversión de una proporción sustancial del NO del componente NO_x en NO_2 de manera que sustancialmente no haya NO_2 adicional en los gases de escape que salen del catalizador de oxidación en comparación con la cantidad de NO_2 en los gases de escape antes de entrar en el catalizador de oxidación. La composición exacta del catalizador y el suministro de carga que regula la cantidad de NO_2 que sale del catalizador de oxidación dependerán de la aplicación particular y de factores tales como si el motor es un motor diésel de servicio pesado, un motor diésel de servicio ligero, temperatura de funcionamiento, velocidad espacial y otros factores. Los catalizadores adecuados para la oxidación incluyen composiciones basadas en metales del grupo del platino y metales básicos. Las composiciones de catalizador pueden recubrirse sobre sustratos monolíticos de flujo continuo en forma de panal formados de materiales refractarios metálicos o cerámicos (por ejemplo, cordierita). Alternativamente, los catalizadores de oxidación pueden formarse sobre sustratos de espuma cerámica o metálica que se conocen bien en la técnica. Estos catalizadores de oxidación, en virtud del sustrato sobre el que se recubren (por ejemplo, espuma cerámica de celda abierta) y/o en virtud de su actividad catalítica de oxidación intrínseca, proporcionan cierto nivel de eliminación de partículas. El catalizador de oxidación puede eliminar parte del material particulado de la corriente de gases de escape corriente arriba del filtro de flujo de pared, ya que la reducción de la masa particulada en el filtro prolonga potencialmente el tiempo antes de las regeneraciones forzadas.

Una composición de catalizador de oxidación adecuada que puede usarse en el sistema de tratamiento de emisiones contiene un componente de metal del grupo del platino (PGM) (por ejemplo, componentes de platino, paladio o rodio) dispersos en un soporte de óxido refractario de gran superficie (por ejemplo, γ -alúmina) que se combina con un componente de zeolita (por ejemplo, una zeolita beta).

Las composiciones basadas en metales del grupo del platino adecuadas para su uso en la formación del catalizador de oxidación también se describen en la patente de EE. UU. núm. 5,100,632 (la patente '632). La patente '632 describe composiciones que tienen una mezcla de platino, paladio, rodio y rutenio y un óxido de metal alcalinotérreo tales como óxido de magnesio, óxido de calcio, óxido de estroncio, u óxido de bario.

Las composiciones de catalizador adecuadas para el catalizador de oxidación también pueden formarse mediante el uso de metales básicos como agentes catalíticos. Por ejemplo, la patente de EE. UU. núm. 5,491,120 describe composiciones del catalizador de oxidación que incluyen un material catalítico que tiene un área superficial BET de al menos aproximadamente 10 m²/g y consisten esencialmente en un segundo óxido metálico a granel que puede ser uno o más de titania, zirconia, ceriazirconia, sílice, alúmina-sílice, y α -alúmina.

Como se señaló anteriormente, la configuración que se muestra en la Figura 1 ofrece varias ventajas para la funcionalidad general del sistema. En primer lugar, tener el DOC en la primera posición permite colocarlo lo más cerca posible del motor, lo que garantiza un calentamiento rápido para las emisiones de HC y CO de arranque en frío y la temperatura máxima de entrada del DOC para la regeneración activa del filtro.

En segundo lugar, el CSF que está delante del SCR evitará que se depositen partículas, cenizas de aceite y otros materiales indeseables en el catalizador de SCR lo que por lo tanto mejora su durabilidad y rendimiento.

En tercer lugar, tener catalizadores de oxidación delante del SCR permite un aumento en la relación de NO_2 a NO que entra en el SCR, que se sabe que aumenta la velocidad de reacción de la reducción de NO_x que se produce en el SCR si se controla adecuadamente.

Sin embargo, el control óptimo de la proporción de NO a NO_2 que ingresa al filtro puede ser un problema con el gran volumen de catalizador de oxidación que está presente en el DOC y el CSF frente al SCR. De acuerdo con una o más realizaciones, el diseño adecuado del sistema proporciona el control de la relación de NO a NO_2 en el SCR mediante el uso de una nueva combinación de DOC y catalizadores de filtro diésel.

Los datos muestran que el porcentaje de NO_2 de NO_x del motor puede variar en dependencia del diseño del motor, la temperatura de los gases de escape y la carga. Ver la Figura 5. La relación óptima de NO a NO_2 para mejorar la velocidad de reacción de reducción catalítica selectiva es 1:1 (concentración del 50 %), puede verse en los datos de la Figura 6 que incluso el NO_2 de salida del motor puede estar por encima de la relación óptima. En caso de que el DOC sea demasiado activo y contenga una cantidad significativa de platino necesaria para quemar combustible para la regeneración activa y un CSF con platino, la concentración de NO_2 a menudo excede la relación óptima de NO a NO_2 (o NO_2 a NO_x). Ver la Figura 6. Esto puede ser un problema porque si la concentración de NO_2 se vuelve demasiado alta, la reacción de reducción de NO_x se inhibe. Ver la Figura 7, en la que las conversiones de NO_x más bajas que se muestran como las barras más cortas en el gráfico se producen cuando el NO_2 respecto al NO_x total es del 80 %. Sin embargo, en condiciones similares, cuando la relación de NO_2 a NO_x total es del 56 %, la conversión de NO_x es mayor.

Además, los datos demostraron que la mayor parte del NO₂ disponible en la entrada del catalizador de SCR se produce en el CSF. Ver la Figura 8. Además de tener solo un pequeño efecto en la cantidad total de NO₂ que entra al catalizador de SCR, el NO₂ que sale del DOC puede afectarse por las concentraciones de CO y HC del motor. Ver la Figura 9.

Dado que el NO₂ producido en el DOC debe pasar a través del CSF y como el CSF forma una capa de hollín en las paredes del canal de entrada, el NO₂ generado por el DOC reaccionará con el hollín y volverá a ser NO. El alcance de esta reacción dependerá del grosor de la capa de hollín, por lo que será variable. Por lo tanto, la cantidad de NO₂ generada por el DOC que realmente llega al SCR es variable y poco confiable. Sin embargo, la generación de NO₂ sobre el CSF es mucho más controlable porque el DOC habrá oxidado casi todos los HC y CO provenientes del motor y la carga de CSF PGM conducirá el NO a NO₂ hacia el equilibrio para las condiciones dadas independientemente de la cantidad de hollín en el filtro. Ver la Figura 10.

Las realizaciones de la invención pueden utilizar un DOC que produce poco o nada de NO₂ en comparación con el motor en combinación con un CSF optimizado diseñado para proporcionar la proporción adecuada de NO a NO₂ para un funcionamiento óptimo del SCR. Ver la Figura 11.

Un DOC diseñado correctamente puede configurarse para contener un catalizador que sea efectivo para producir poco o nada de NO₂ en comparación con las emisiones de salida del motor. Ver la Tabla 1 y Figura 11.

Tabla 1.

Punto de estado estable	SV	Temperatura	Salida Motor (ppm)				Salida DOC		
	x000 h ⁻¹	°C	NO _x	NO ₂ /NO _x	HC	CO	NO ₂ /NO _x	% HC conv	% CO conv
1	87	510	412	0,073	59	413	0,095	69,9	97,6
2	64	530	336	0,08	50	472	0,065	72,1	99,1
3	38	430	217	0,158	152	1054	0,2	90,1	99,8
4	29	384	214	0,179	240	994	0,302	92,9	99,8
5	20	270	231	0,252	274	1229	0,398	94,5	99,9
6	20	260	122	0,384	410	1721	0,275	94,6	99,9
7	19,3	195 ± 5	278	0,111	217	235	0,075	77	99,8

La optimización del DOC de acuerdo con una o más realizaciones incluye la utilización de metales del grupo del platino tales como el platino y el paladio en relaciones, cargas y distribución apropiadas sobre el sustrato para optimizar la conversión de HC y CO y la regeneración activa del filtro mientras se produce poco o ningún NO₂. Esta optimización permitirá la eliminación del platino (el catalizador principal para la producción de NO₂) del DOC lo que reduce de esta manera el costo total del DOC. Esto permite que se utilice más platino en el CSF, donde brindará el mayor beneficio de generar NO₂ para el SCR.

Este diseño ofrece muchos beneficios, incluida la oportunidad de reducir la carga de Pt en el DOC, lo que reduce el costo. La oportunidad de incrementar el uso de Pd en el DOC, mediante el aumento de la relación Pd a Pt, mejora la durabilidad térmica del DOC. Permite una proporción más estable de NO a NO₂ en el filtro. Permite una mejor utilización del sistema de PGM al colocar más PGM y más Pt en el filtro. Permite la optimización del filtro para la producción de NO₂ para el SCR, lo que crea un sistema que es más capaz de proporcionar la relación óptima de NO a NO₂ para un funcionamiento adecuado del SCR.

Por consiguiente, una o más realizaciones de la invención se dirigen a sistemas de tratamiento de emisiones para el tratamiento de una corriente de escape de un motor, la corriente de escape comprende NO_x y material particulado. El sistema de tratamiento de emisiones comprende un catalizador de oxidación diésel ubicado corriente abajo del motor. El NO_x está compuesto por al menos NO y NO₂. El DOC se coloca dentro del camino de la corriente de gases de escape. El catalizador de oxidación diésel no produce sustancialmente NO₂ adicional en la corriente de gases de escape después de pasar a través del catalizador de oxidación diésel. En una o más realizaciones, el DOC opera de esta manera en aproximadamente el 90 % de la ventana operativa del catalizador de oxidación diésel. El catalizador de oxidación diésel comprende además una primera zona de metal del grupo del platino (PGM) seguida de una segunda zona de PGM, la segunda zona contiene una carga de metales preciosos diferente a la primera zona.

Un filtro de hollín catalizado se encuentra corriente abajo del catalizador de oxidación diésel. De acuerdo con una realización, el CSF es un filtro de flujo de pared que tiene una pluralidad de pasajes que se extienden longitudinalmente delimitados por paredes que se extienden longitudinalmente. Los pasajes comprenden pasajes de entrada que tienen un extremo de entrada abierto y un extremo de salida cerrado, y pasajes de salida que tienen un

extremo de entrada cerrado y un extremo de salida abierto. El filtro de hollín catalizado comprende una composición de catalizador de oxidación en las paredes, y el filtro de hollín catalizado es efectivo para optimizar la relación de NO a NO₂ que sale del filtro.

- 5 Un catalizador reductor de NO_x se encuentra corriente abajo del filtro de hollín catalizado. El sistema de tratamiento de emisiones de acuerdo con una o más realizaciones tiene un catalizador de reducción catalítica selectiva como el catalizador de reducción de NO_x. En otras realizaciones, pueden usarse otros tipos de catalizadores reductores de NO_x tal como una trampa pobre de NO_x.
- 10 Otras realizaciones del sistema de tratamiento de emisiones también incluyen un sistema de inyección de reductor. El sistema de inyección de reductor está ubicado entre el filtro de hollín catalizado y el catalizador reductor de NO_x. En algunas realizaciones de este tipo, un catalizador de oxidación de amoníaco se dispone corriente abajo del catalizador reductor de NO_x.
- 15 La referencia a lo largo de esta descripción a "una realización", "ciertas realizaciones", "una o más realizaciones", o "realización" significa que un rasgo, estructura, material, o característica particular descrita en relación con la realización se incluye en al menos una realización de la invención. Por lo tanto, la aparición de las frases tales como "en una o más realizaciones", "en ciertas realizaciones", o "en una realización" en varios lugares a lo largo de esta descripción no se refieren necesariamente a la misma realización de la invención. Además, los rasgos, estructuras, materiales, o características particulares pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones.
- 20

- 25 Si bien lo anterior se dirige a realizaciones de la presente invención, pueden idearse otras realizaciones de la invención sin apartarse del alcance básico de la misma, y el alcance de la misma se determina por las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de tratamiento de emisiones para el tratamiento de una corriente de gases de escape de un motor, la corriente de gases de escape comprende NO_x y material particulado, el sistema de tratamiento de emisiones comprende:
 un catalizador de oxidación diésel que comprende una primera zona de metal del grupo del platino seguida de una segunda zona de metal del grupo del platino, la segunda zona contiene una carga de metal del grupo del platino diferente a la de la primera zona;
 10 un filtro de hollín catalizado dispuesto corriente abajo del catalizador de oxidación diésel, el filtro de hollín catalizado comprende una composición de catalizador de oxidación en el filtro, el filtro de hollín catalizado es efectivo para optimizar la relación de NO a NO_2 que sale del filtro; y
 un catalizador reductor de NO_x situado corriente abajo del filtro de hollín catalizado, dispuesto corriente abajo del motor.
 15
2. El sistema de tratamiento de emisiones de la reivindicación 1, en donde el catalizador de oxidación diésel comprende al menos uno de platino y paladio.
- 20 3. El sistema de tratamiento de emisiones de la reivindicación 1, en donde el catalizador reductor de NO_x comprende, preferentemente, un catalizador de reducción catalítica selectiva.
4. El sistema de tratamiento de emisiones de la reivindicación 4, en donde el catalizador de reducción catalítica selectiva comprende una zeolita promovida por un metal promotor seleccionado de hierro, cobre o tanto hierro como cobre, en donde el metal promotor está presente en una cantidad de aproximadamente 0,1 a 30 por ciento en peso basado en el peso total del metal promotor más zeolita.
 25
5. El sistema de tratamiento de emisiones de la reivindicación 1, que comprende además un sistema de inyección de agente reductor dispuesto entre el filtro de hollín catalizado y el catalizador de reducción de NO_x .
- 30 6. El sistema de tratamiento de emisiones de la reivindicación 5, que comprende además un catalizador de oxidación de amoníaco dispuesto corriente abajo del catalizador de reducción de NO_x .
7. El sistema de tratamiento de emisiones de la reivindicación 6, en donde el catalizador de oxidación de amoníaco comprende una composición de catalizador que comprende al menos un metal básico y menos de 0,5 % en peso de platino.
 35
8. El sistema de tratamiento de emisiones de la reivindicación 1, en donde la relación NO/NO_2 que sale del filtro de hollín catalizado está entre aproximadamente 0,6 y aproximadamente 1,4.
- 40 9. El sistema de tratamiento de emisiones de la reivindicación 1, en donde la relación NO/NO_2 que sale del filtro de hollín catalizado 10 está entre aproximadamente 0,7 y aproximadamente 1,3.
10. El sistema de tratamiento de emisiones de la reivindicación 1, en donde la relación NO/NO_2 que sale del filtro de hollín catalizado se fija en aproximadamente 1:1.
 45
11. El sistema de tratamiento de emisiones de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde el catalizador de oxidación diésel comprende platino y paladio dispersos sobre un óxido metálico refractario que se combina con un componente de zeolita.

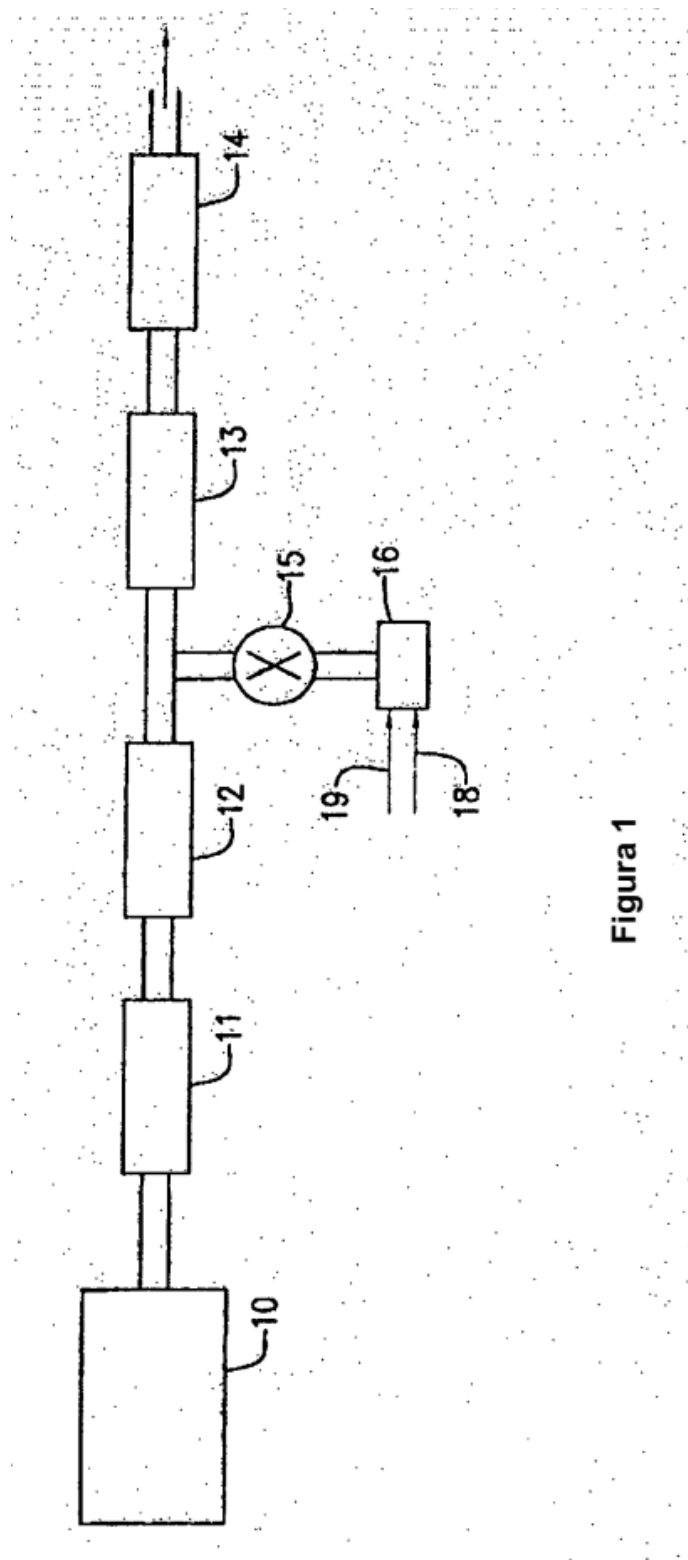


Figura 1

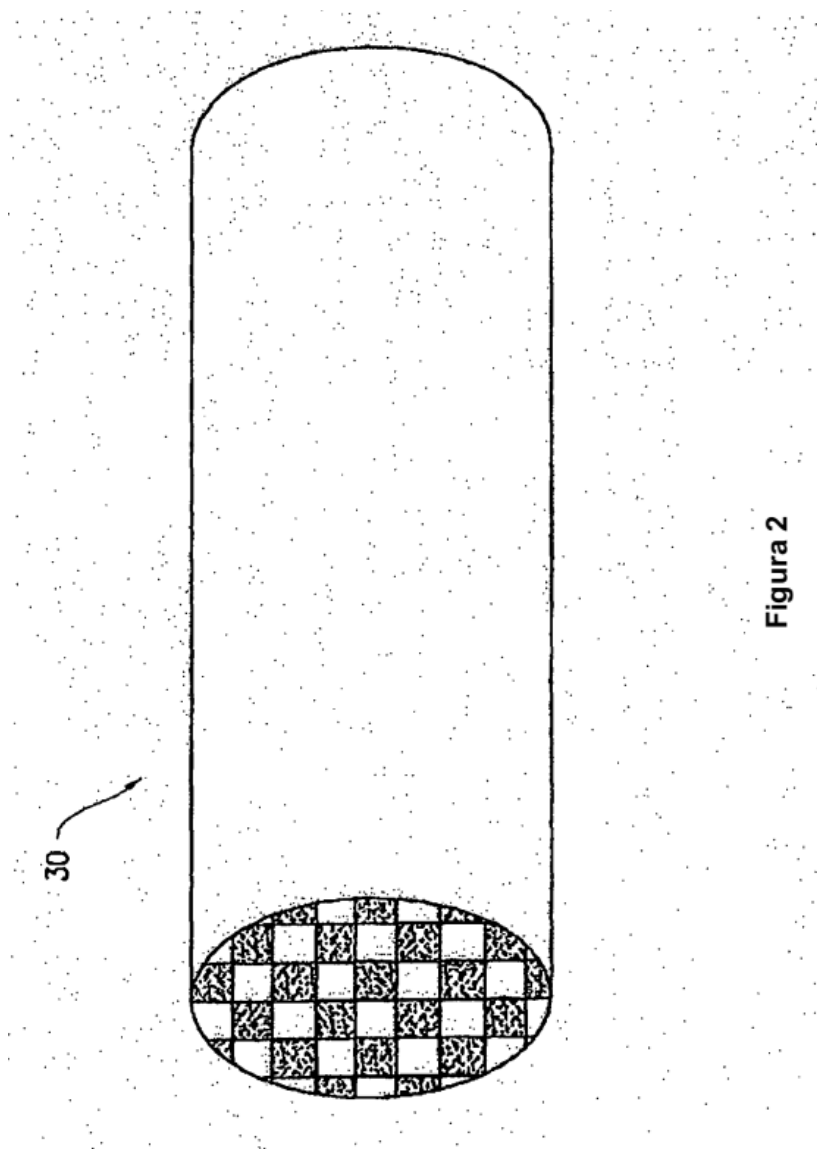


Figura 2

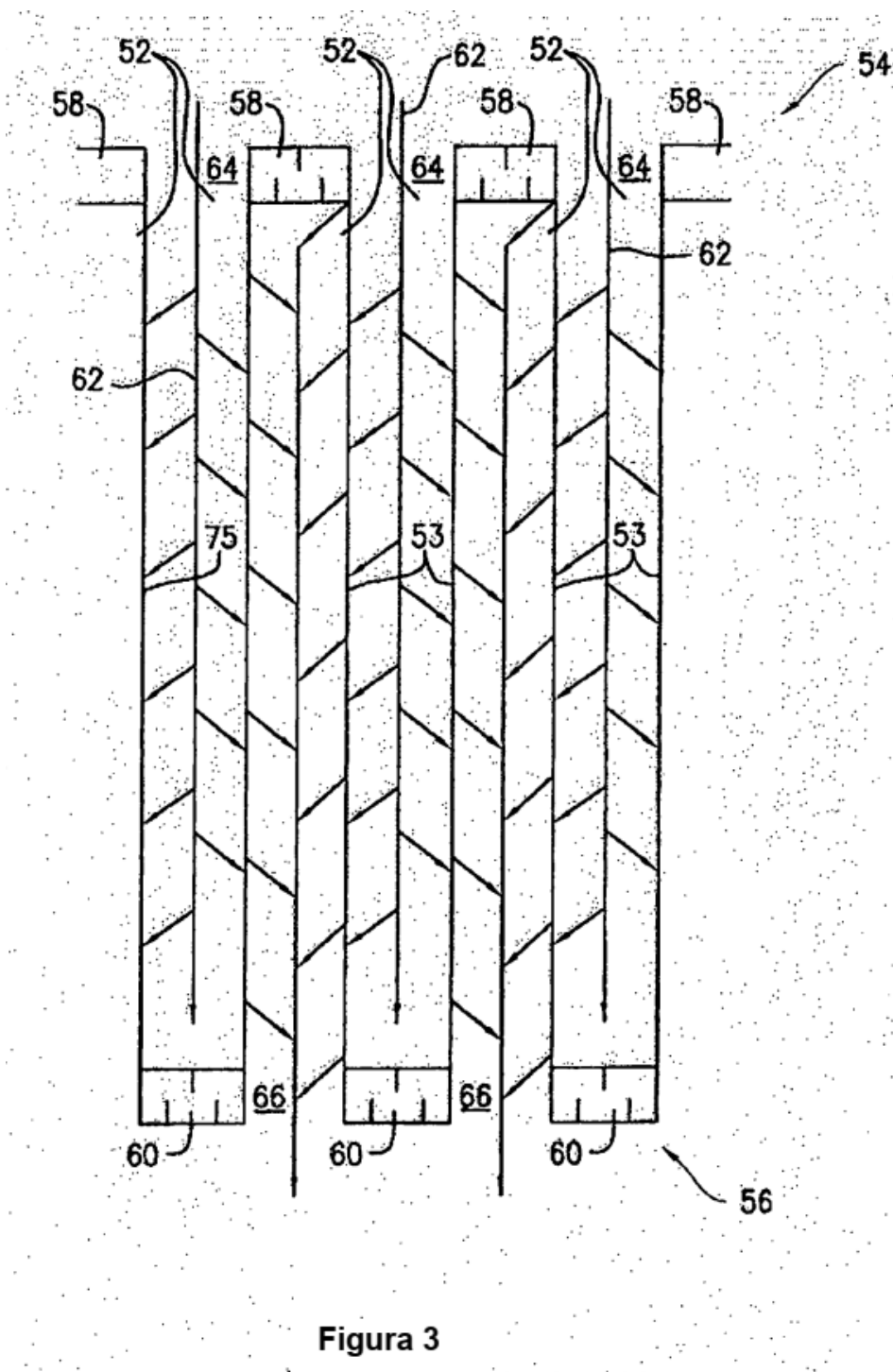


Figura 3

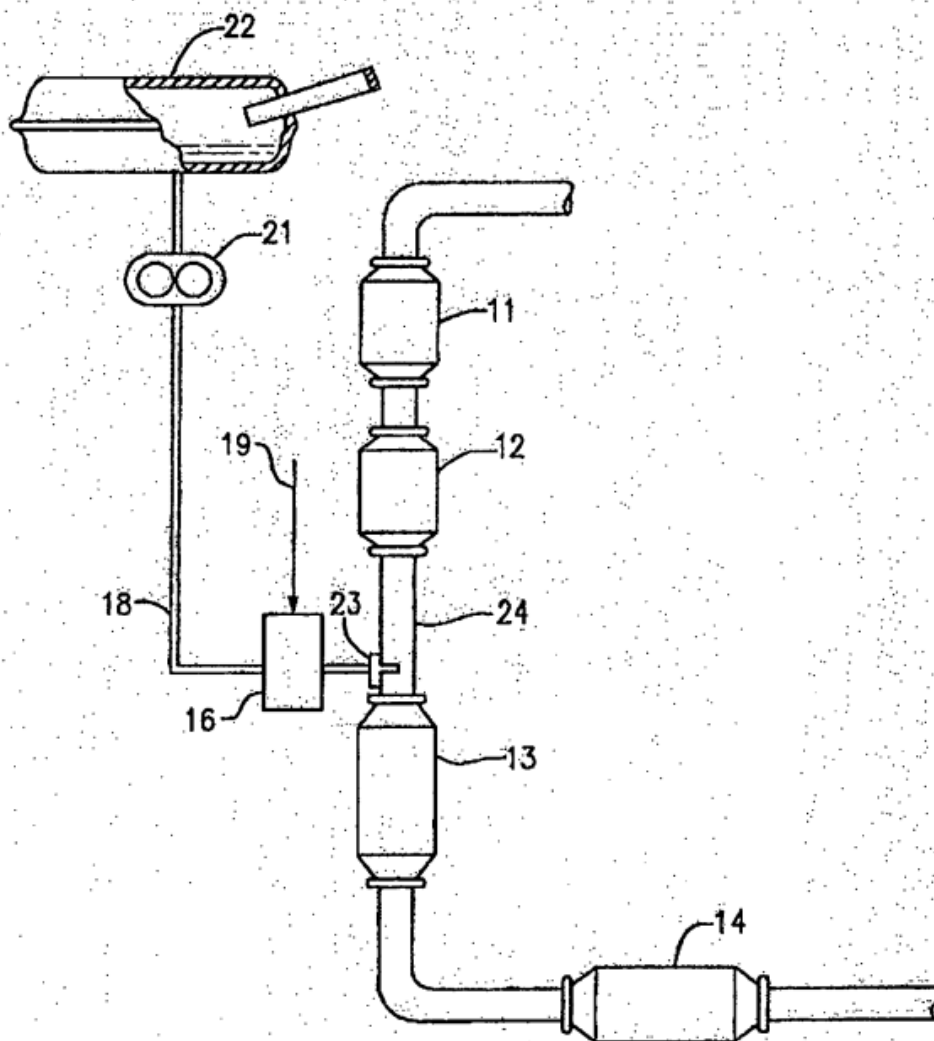
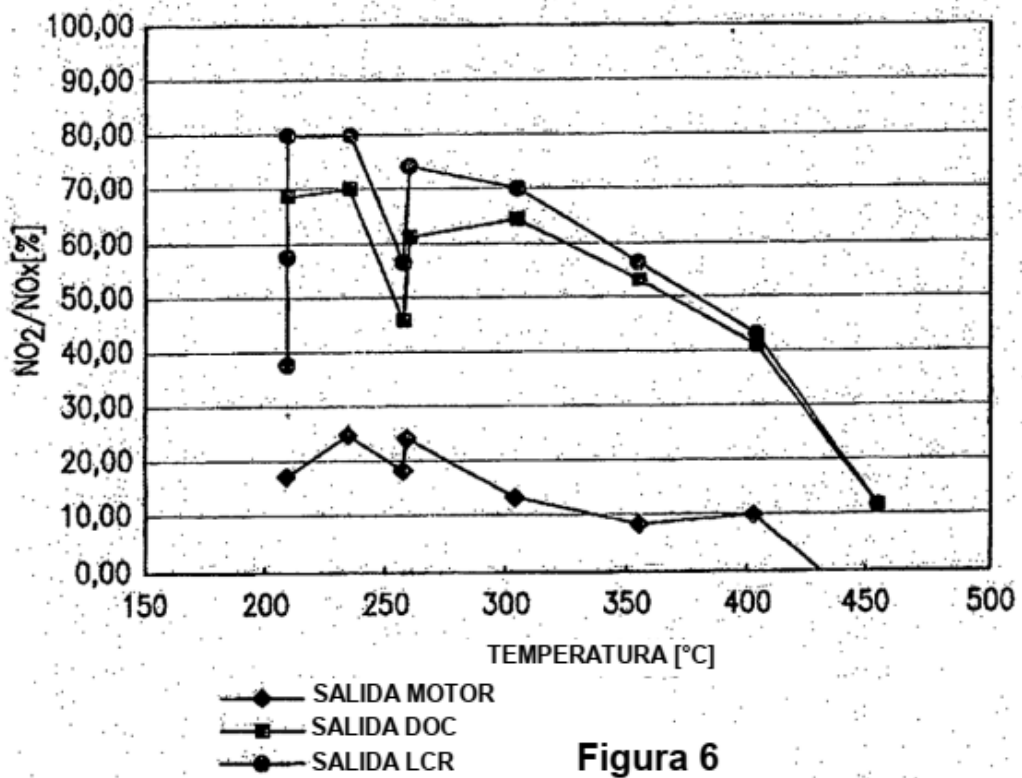
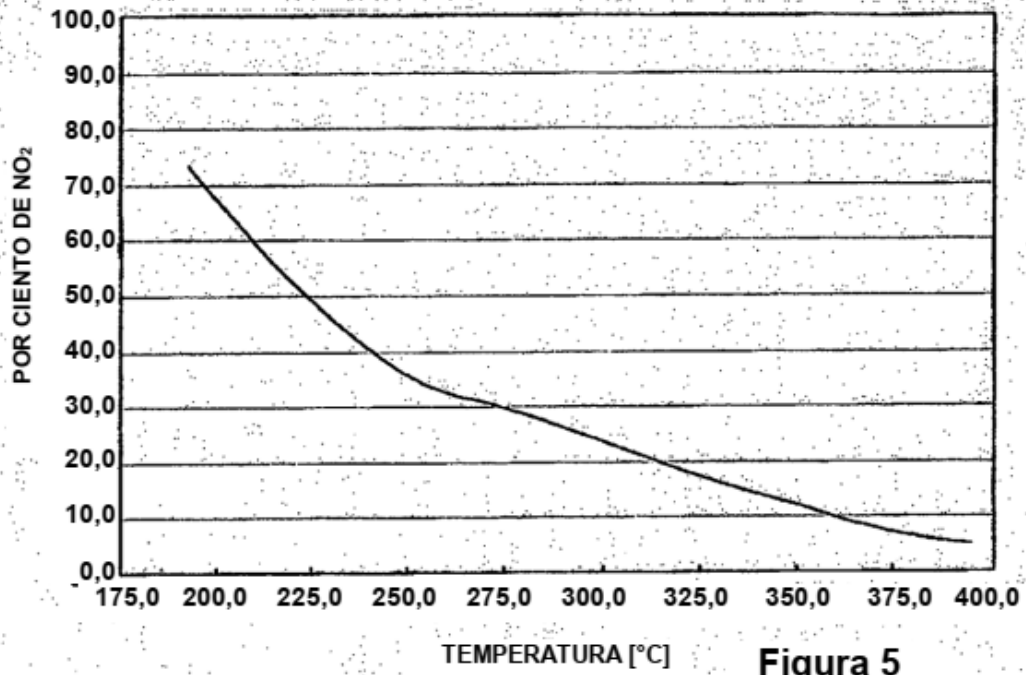


Figura 4



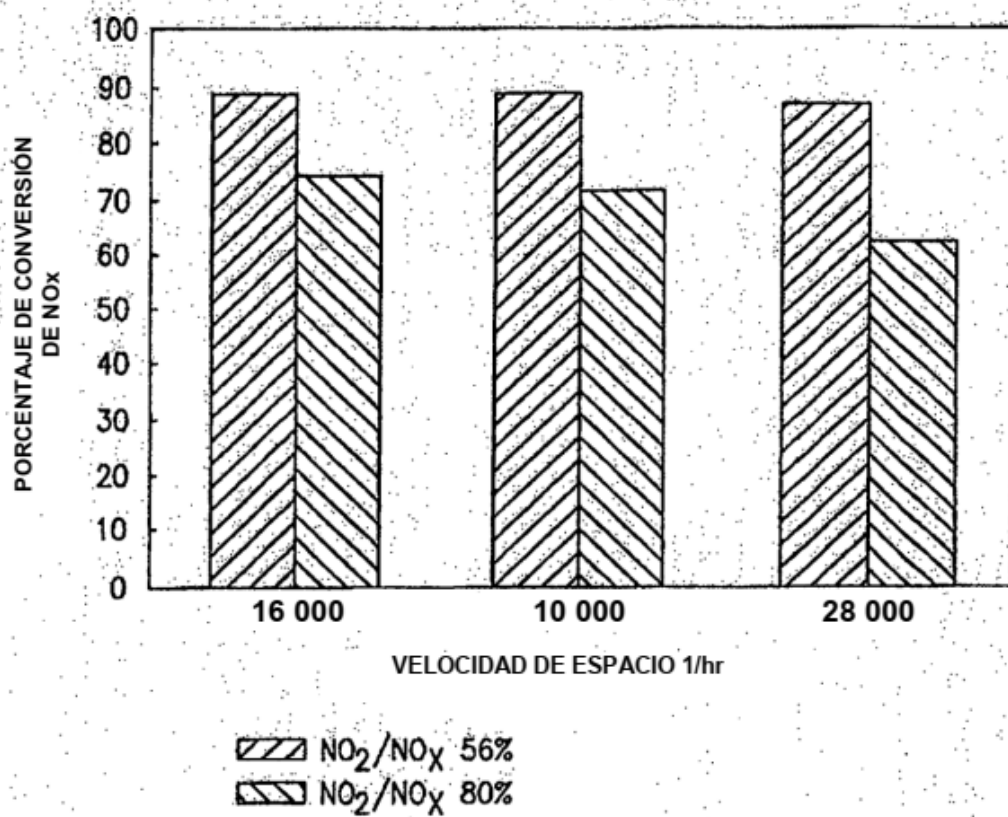


Figura 7

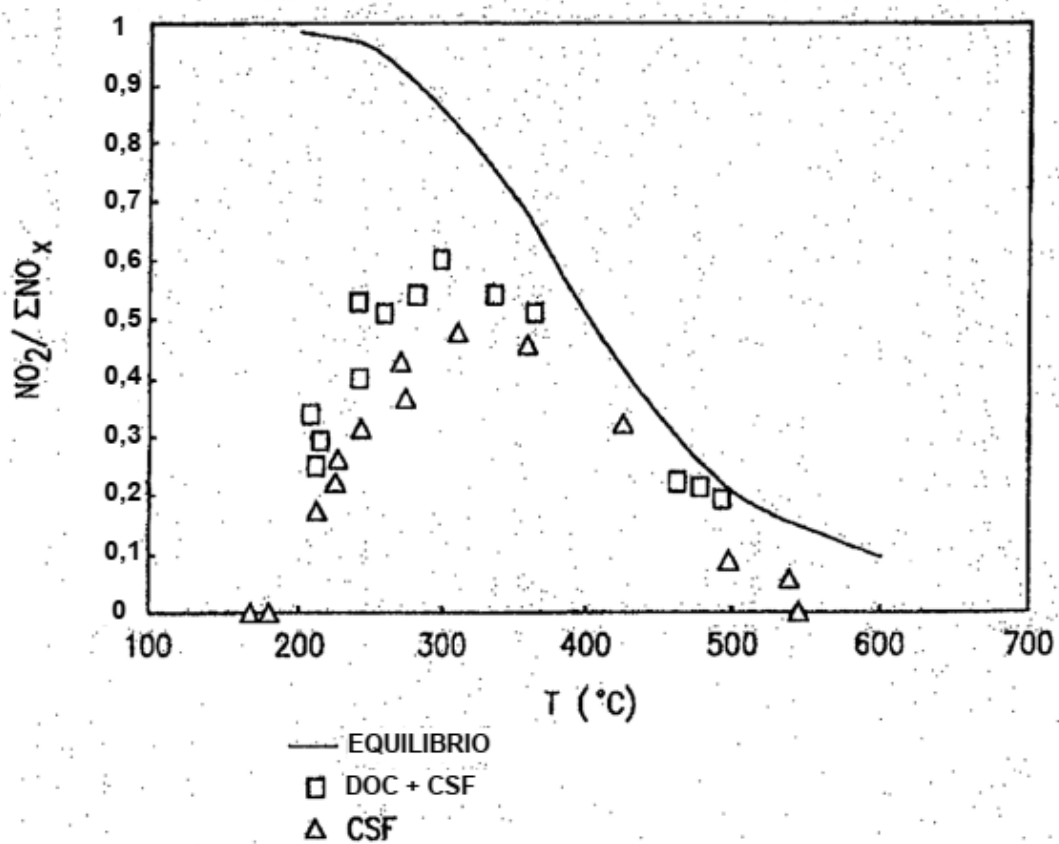


Figura 8

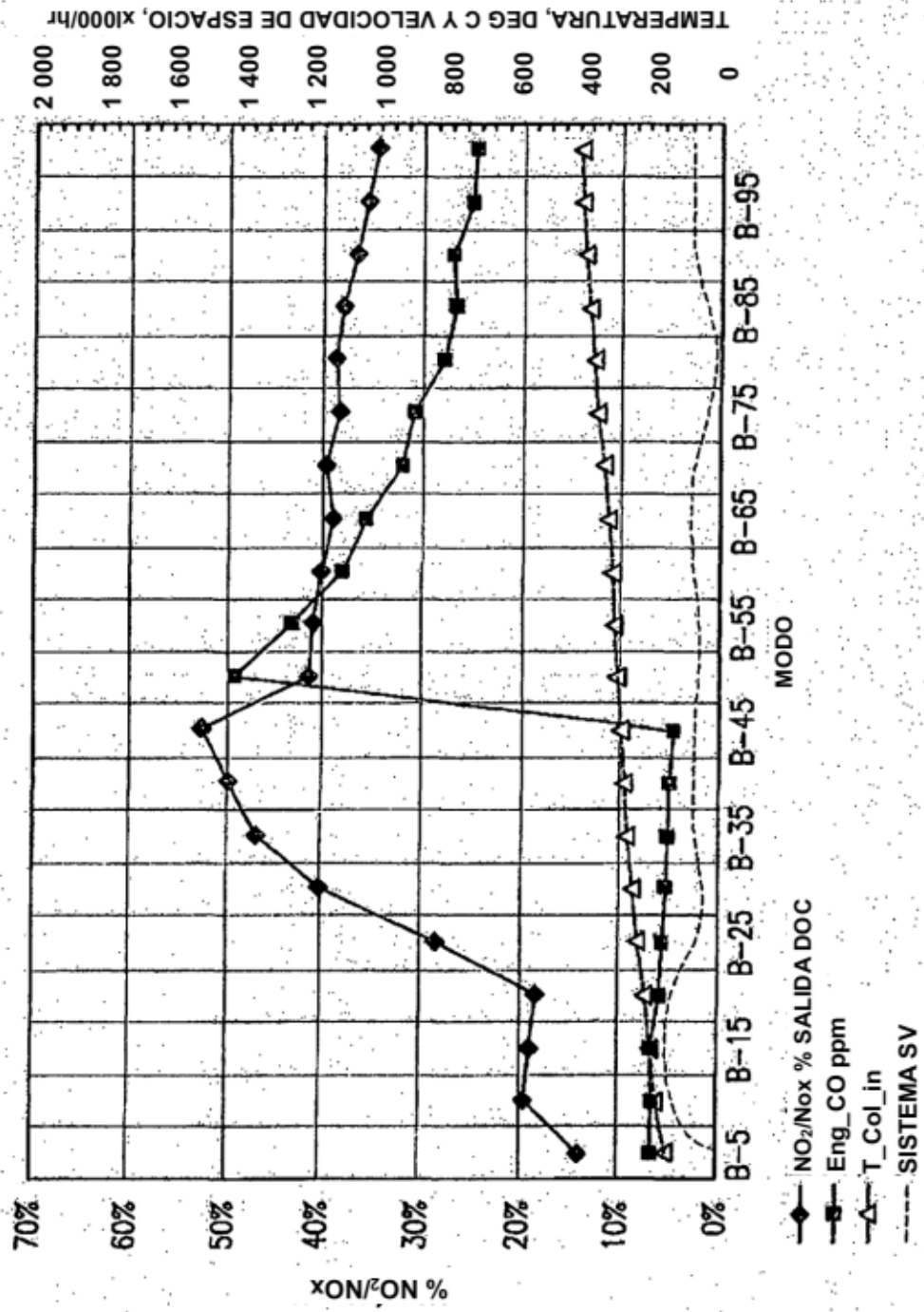


Figura 9

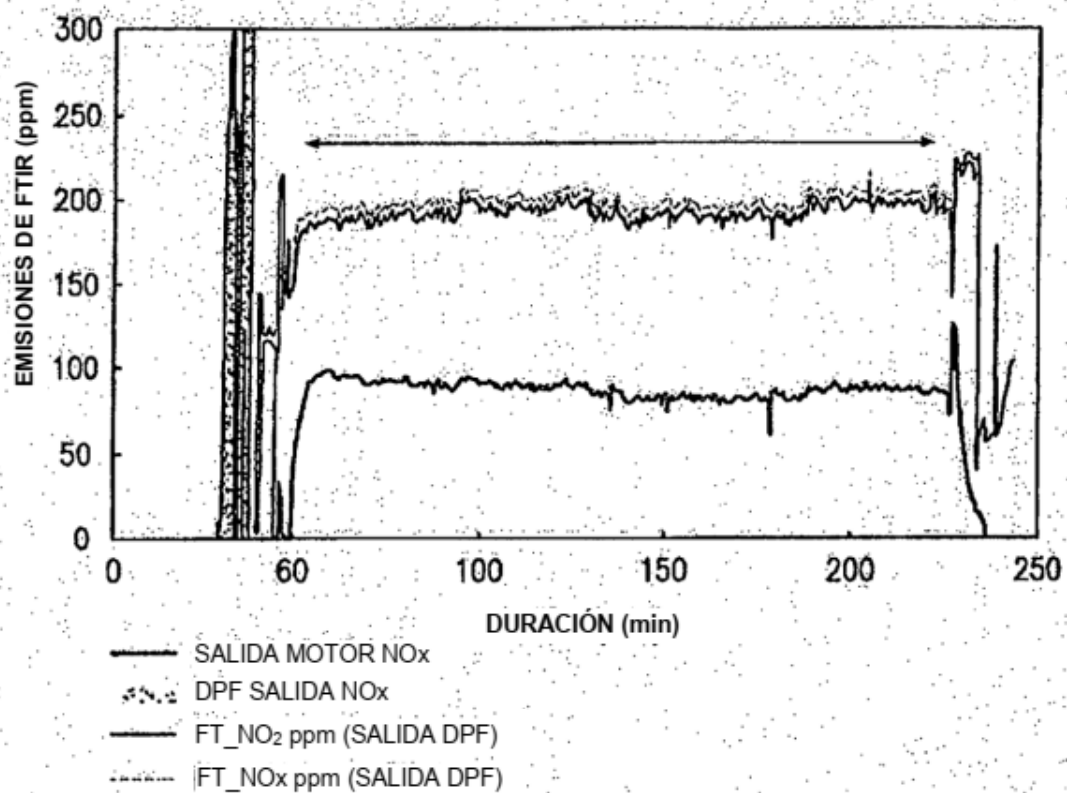


Figura 10

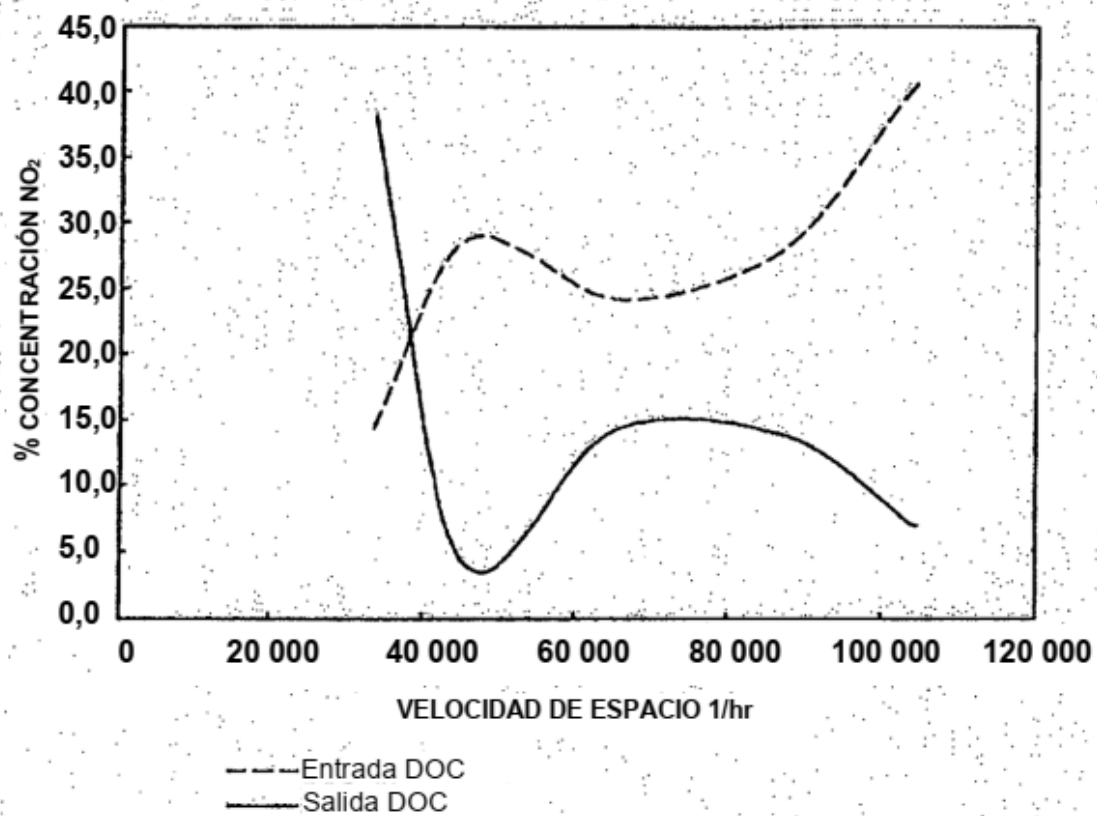


Figura 11