



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 041**

51 Int. Cl.:
F01N 3/20 (2006.01)
F02C 9/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06253295 .7**
96 Fecha de presentación : **26.06.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1749986**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.02.2007**

54 Título: **Tratamiento de corrientes de escape.**

30 Prioridad: **11.07.2005 US 178555**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.06.2011

73 Titular/es: **General Electric Company**
1 River Road
Schenectady, New York 12345, US

72 Inventor/es: **Rocha, Teresa Grocela;**
Palmatier, Alison Liana;
Male, Jonathan Lloyd;
Blouch, John Dewey;
Wood, Benjamin Rue y
Vitse, Frederic

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 361 041 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

Tratamiento de corrientes de escape

La presente divulgación se refiere a un tratamiento de la corriente de escape y más en particular a sistemas y a procedimientos para la reducción de las emisiones de óxido de nitrógeno.

- 5 Los gases de combustión de motores de combustión interna son una fuente de contaminación del aire cuando se descargan a la atmósfera. Una clase de contaminantes, colectivamente referidos como óxidos de nitrógeno (NO_x), incluye óxido nítrico / monóxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO_2). Se sabe que estos gases son precursores de la niebla tóxica. De acuerdo con esto, se están implementando regulaciones progresivamente más rigurosas en un esfuerzo para reducir, y eventualmente eliminar, la concentración de NO_x en emisiones de escape.
- 10 Se han propuesto numerosos procedimientos para controlar las emisiones de NO_x . Un área particular de foco ha estado en el tratamiento de la corriente de escape post-combustión para producir menos gases regulados que con posterioridad se pueden liberar a la atmósfera. Los sistemas de reducción catalítica selectiva (RCS) requieren la adición de un reactivo químico que es un agente reductor o reductor, para mezclar y reaccionar con la corriente de escape en un catalizador para convertir el NO_x en gases no regulados tales como nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono si es reductor a base de carbono y/o vapor de agua.

15 En un sistema ideal, las concentraciones de NO_x y reductor serían exactamente iguales a sus valores estequiométricos, uniformemente por la corriente completa de escape con un tiempo de residencia del catalizador suficientemente largo (es decir, tiempo de exposición de los agentes reaccionantes al catalizador), eficaz para la reacción completa del NO_x y el reductor a los gases no regulados. El resultado sería cero NO_x y cero reductor dejando el catalizador y liberado a la atmósfera. Sin embargo, en la práctica, hay diversas limitaciones en la consecución de concentraciones uniformes. Una de dichas limitaciones es la oxidación o combustión parcial espontánea del reductor, en presencia de oxígeno, en fuentes puntuales inmediatamente después de la introducción en la corriente de escape caliente. Esto puede dar como resultado una utilización ineficaz del reductor y la reducción ineficaz de NO_x .

25 De acuerdo con esto, existen muchos retos para las tecnologías de control de las emisiones que reducen el NO_x . Uno de esos retos es desarrollar un procedimiento que maximice la reducción de gases no regulados, al tiempo que se asegura la seguridad y se minimiza el uso ineficaz del reductor.

La patente de EE.UU. 5.788.936 divulga un procedimiento de tratamiento de corrientes de escape que comprende: inyectar una corriente de reductor en una cámara de escape que comprende una corriente de escape que contiene óxido de nitrógeno; poner en contacto una composición que comprende la corriente de reductor y la corriente de escape con un catalizador y disminuir una concentración de óxido de nitrógeno en la composición que comprende la corriente de reductor y la corriente de escape; la corriente de reductor comprende un reductor hidrocarburo y agua.

30 En la presente memoria se desvela un procedimiento de acuerdo con la invención según la reivindicación 1.

Un sistema de tratamiento de corrientes de escape según la invención es como se reivindica en la reivindicación 6.

35 La invención se describirá ahora con mayor detalle, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos en que:

la figura 1 es una representación esquemática de una ruta de escape para un motor de turbina de gas;

la figura 2 es una representación del cambio en el tiempo de ignición para un reductor de propeno frente a la temperatura para dos relaciones diferentes de agua a propeno;

40 la figura 3 es una representación gráfica del cambio en la concentración de reductor de propeno después de un segundo frente a la temperatura, para dos relaciones diferentes de agua a propeno;

la figura 4 es una representación gráfica de diversas velocidades de conversión y concentraciones finales de composiciones que contienen nitrógeno para tres relaciones diferentes de carbono a NO y

45 la figura 5 es una representación gráfica de diversas velocidades de conversión y concentraciones finales de composiciones que contienen nitrógeno para tres concentraciones diferentes de partida de NO en la corriente de escape.

En la presente descripción se desvelan sistemas y procedimientos para el tratamiento de una corriente de escape para disminuir la concentración de óxidos de nitrógeno (NO_x) liberados a la atmósfera. A diferencia de la técnica anterior, los sistemas y procedimientos desvelados en la presente memoria se basan en general en la inyección conjunta de una corriente de reductor que comprende un reductor hidrocarburo y agua en la corriente de escape. La presencia de agua junto con el reductor hace ventajosamente que el reductor sea menos inflamable y se disminuye o elimina toda combustión peligrosa del reductor. En estas circunstancias deseables, puede tener lugar una conversión más preocupada por la seguridad y más eficazmente reductora de NO_x a gases no regulados, tales como nitrógeno, oxígeno y/o vapor de agua.

Como se usa en la presente memoria, la expresión “corriente de escape” se refiere en general a una composición que comprende NO_x producido por un proceso de combustión. La corriente de escape puede comprender además monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), nitrógeno molecular (N_2), oxígeno molecular (O_2), que puede servir como combustible de combustión para el reductor hidrocarbonado a temperaturas aumentadas o una combinación que comprende al menos uno de los anteriores. Además, también puede estar presente en la corriente de escape combustible no quemado o quemado de manera incompleta.

También, como se usa en la presente memoria, los términos “primer”, “segundo” y similares no indican ningún orden de importancia, sino que más bien se usan para distinguir un elemento de otro y los términos “el”, “un” y “uno” no indican una limitación de cantidad, sino que más bien indican la presencia de al menos uno de los artículos referidos. Además, todos los intervalos desvelados en la presente memoria incluyen los extremos y son independientemente combinables.

En una realización, el procedimiento de tratamiento de la corriente de escape comprende inyectar una corriente de reductor que comprende un reductor hidrocarburo y agua en la cámara de escape que comprende la corriente de escape que comprende un NO_x ; mezclar la corriente de reductor con la corriente de escape; poner en contacto una composición que comprende la corriente de reductor y la corriente de escape mezcladas con un catalizador y disminuir la concentración de NO_x en la composición.

Se hace referencia ahora a la figura 1, en la que se representa una realización ejemplar de una ruta 10 de escape para un motor de turbina de gas. Aunque se haga referencia en la presente memoria a motores de turbina de gas, se considera que los sistemas y procedimientos se pueden emplear en cualquier aplicación en que pueda ser deseable reducir las emisiones de NO_x , tal como en un vehículo a motor, una locomotora, una caldera, un calentador del procedimiento, incinerador, horno de vidrio, horno de cemento, generador de corrientes del campo de los aceites, generador estacionario y similares.

La ruta 10 de escape incluye una cámara 12 de escape y una inyección y bloque 14 de control, que están en comunicación de fluidos. La cámara 12 de escape comprende una entrada 16 de la corriente de escape y una salida 18. La cámara de escape comprende además una red 22 de inyección, situada aguas abajo de la entrada 16, en comunicación de fluidos con la inyección y bloque 14 de control y un catalizador 20, situado aguas abajo de la red 22 de inyección pero aguas arriba de la salida 18. La corriente de escape se produce a partir del procedimiento de combustión y fluye a la cámara 12 de escape vía la entrada 16 hacia el catalizador 20. Cuando se inyecta la corriente de reductor a la cámara 12 de escape desde la inyección y bloque 14 de control vía una pluralidad de boquillas de inyección (no mostrado) de la red 22 de inyección, se puede mezclar con la corriente de escape en la región aguas abajo de la red 22 de inyección y aguas arriba del catalizador 20. Cuando la mezcla que comprende la corriente de reductor y la corriente de escape se pone en contacto con el catalizador 20, tiene lugar la reducción catalítica del NO_x a los gases no regulados. Después de que disminuye o se elimina la concentración de NO_x , la composición catalizada se puede descargar de la cámara 12 de escape vía la salida 18.

La corriente de escape, producida a partir del procedimiento de combustión, puede tener una temperatura de aproximadamente 150 a aproximadamente 1.100 grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$) dependiendo del combustible usado, la carga en el motor, la longitud de la ruta del flujo desde la cámara de combustión (no mostrado) aguas abajo a la cámara 12 de escape, temperatura normal y similares. En una realización, la temperatura de la corriente de escape es aproximadamente 350 a aproximadamente 450 $^{\circ}\text{C}$.

El reductor hidrocarburo se puede inyectar en forma líquida y/o gaseosa. Similarmente, el agua se puede inyectar como líquido y/o vapor. En una realización, el reductor hidrocarburo y el agua se inyectan desde una red 22 de inyección a la cámara 12 de escape independientemente pero simultáneamente. Alternativamente, el reductor hidrocarburo y el agua se pueden inyectar independientemente de una manera alterna pulsada rápida para facilitar el mezclamiento de la corriente de reductor en la cámara 12 de escape. En otra realización, el reductor hidrocarburo y el agua se mezclan en la inyección y bloque 14 de control previamente a inyectarse y se inyectan en la cámara 12 de escape como una sola corriente de reductor. Sin embargo, la posibilidad de separación de fases después de la inyección disminuye si el reductor hidrocarburo y el agua son miscibles.

El reductor hidrocarburo y/o el agua se pueden calentar por cualquier medio adecuado previo a la inyección en la cámara 12 de escape. Por ejemplo, se puede suministrar calor al reductor hidrocarburo y/o el agua directamente o indirectamente (por ejemplo, por calentamiento del recipiente o recipientes en que se mantienen el reductor hidrocarburo y/o el agua previamente a la inyección) usando energía eléctrica, un gas caliente (por ejemplo, aire o gas de la corriente deslizante), vapor, calentamiento dieléctrico y similares. Alternativamente, se pueden inyectar a temperatura normal (es decir, aproximadamente 18 a aproximadamente 28 $^{\circ}\text{C}$) y se calientan cuando se mezclan con la corriente de escape en la cámara 12 de escape. No parece crítico que el reductor hidrocarburo y el agua se inyecten a la misma temperatura. Es importante observar que cuando se calienta el reductor hidrocarburo previamente a la inyección, se limita la temperatura de calentamiento por la presencia de reacciones químicas no deseables, tales como craqueo, descomposición o combustión. Las temperaturas adecuadas para las que se calientan el agua y/o el reductor hidrocarbonado se pueden determinar por los expertos en la materia a la vista de esta descripción sin experimentación excesiva.

Similarmente, el reductor hidrocarburo puede estar a la misma presión o diferente de la del agua previamente a la inyección. Sin embargo, sus presiones deben ser independientemente mayores que la presión de la corriente de escape. Las presiones adecuadas a las que el agua y/o el reductor hidrocarburo se presurizan se pueden determinar por los expertos en la materia a la vista de esta divulgación sin experimentación excesiva.

- 5 Una cantidad de agua deseable en la corriente de reductor es de manera que la reducción deseada en la combustión del reductor tiene lugar sin disminuir sustancialmente la actividad catalítica del catalizador 20. Esta cantidad se puede determinar fácilmente por un experto en la materia sin excesiva experimentación. Dependiendo del catalizador particular, la cantidad de agua en la corriente de reductor es aproximadamente 0,01 a aproximadamente 15 por ciento en volumen (% vol) basado en el número total de moles de la corriente de reductor inyectada en la cámara 12 de escape. Se debería reconocer, por un experto en la materia, que la temperatura de la corriente de escape aumentada y/o el contenido en O₂ requerirán un contenido en agua aumentado en la corriente de reductor para minimizar o evitar la combustión del reductor hidrocarbonado.

- 15 El reductor hidrocarburo se elige basándose en su compatibilidad con el catalizador 20 particular. Como se discutió previamente, el reductor hidrocarburo se puede inyectar como un líquido y/o gas. En general, los hidrocarburos de menos de aproximadamente 16 átomos de carbono serán adecuados, aunque los hidrocarburos con mayores números de átomos de carbono también pueden ser líquidos y/o gases, por ejemplo, dependiendo de su estructura química, temperatura y presión. Los hidrocarburos pueden ser de cualquier tipo, incluyendo por ejemplo, alcanos, alquenos, alcoholes, éteres ésteres, ácidos carboxílicos, aldehídos, cetonas, carbonatos y similares. Los hidrocarburos pueden ser de cadena lineal, ramificados o cíclicos. Hidrocarburos adecuados incluyen hexano, butano, propano, etano, 2,2,4-trimetilpentano, octano, propeno, eteno, buteno, metanol, alcohol etílico, 1-butanol, 2-butanol, 1-propanol, isopropanol, isobutanol, dimetil éter, carbonato de dimetilo, acetaldehído, acetona y similares.

- 20 En una realización, el reductor hidrocarbonado es una mezcla de hidrocarburos. El reductor hidrocarburo puede ser una mezcla de hidrocarburos que sean todos del mismo tipo o puede contener una mezcla de diferentes hidrocarburos. Además, la mezcla puede ser una mezcla de hidrocarburos que tengan todos el mismo número de átomos de carbono tales como octano, octeto y 1,3-dimetilciclohexano, por ejemplo. Asimismo, la mezcla puede ser una mezcla de hidrocarburos con diferente número de átomos de carbono tales como hexano, pentano y butano, por ejemplo. Ejemplarmente, las mezclas incluyen gasolina y queroseno.

- 25 Después de inyectar la corriente de reductor en la cámara 12 de escape, se mezcla con la corriente de escape. La relación de la corriente de escape a la corriente de reductor puede ser aproximadamente 50:1 a aproximadamente 10.000:1. Deseablemente, la mezcla formada por mezcla de la corriente de reductor y la corriente de escape es sustancialmente homogénea previamente a la puesta en contacto con el catalizador 20. La puesta en contacto o tiempo de residencia de la composición que comprende la corriente de reductor y la corriente de escape mezcladas con el catalizador 20 es al menos aproximadamente 0,001 segundos y puede ser tan largo como aproximadamente 2 segundos, dependiendo de la concentración de las especies de NO_x en la corriente de escape así como las elecciones de reductor y catalizador.

- 30 El catalizador 20 se debe seleccionar de manera que no se vea afectado negativamente (es decir, desactivación térmica y/o química) por la temperatura, contenido en O₂, contaminantes del combustible y contenido en agua de la corriente de escape producida por el procedimiento de combustión. La elección de catalizador se puede hacer fácilmente por los expertos en la materia a la vista de esta divulgación sin excesiva experimentación. Por ejemplo, especialmente útiles para temperaturas superiores (por ejemplo, mayores que aproximadamente 300°C) son catalizadores a base de óxido de metal o de tipo zeolita. Son más apropiados catalizadores de metales preciosos para aplicaciones a temperaturas inferiores (por ejemplo, menores que aproximadamente 300°C). También se puede usar una combinación de catalizadores que sea eficaz a diversas temperaturas para aplicaciones que operen a diferentes intervalos de temperatura.

- 35 Catalizadores a base de óxido de metal adecuados incluyen un óxido de metal catalítico dispuesto sobre un soporte de óxido de metal. Óxidos de metal catalítico incluyen óxido de vanadio, óxido de galio, óxido de plata, óxido de bario, óxido de manganeso y similares. El soporte de óxido de metal puede estar formado por óxido de aluminio, óxido de titanio, óxido de zirconio, óxido de cerio, óxido de silicio y similares.

- 40 Catalizadores de tipo zeolita adecuados incluyen cualquiera de más de aproximadamente 40 miembros conocidos del grupo de las zeolitas de minerales y sus variantes sintéticos, incluyendo por ejemplo Zeolitas A, X, Y, USY, ZSM-5 y similares, en relaciones variables de Si a Al y/o con concentraciones de dopante variables.

- 45 Catalizadores de metales preciosos adecuados incluyen un metal precioso dispuesto sobre un soporte. Metales preciosos incluyen Pt, Pd, Rh y similares. El soporte puede incluir soportes de óxido de metal como se describió anteriormente, además de carburo de silicio, carbonato de calcio, sulfato de bario, óxido de tántalo, óxido de itrio, óxido de cerio y similares.

Ventajosamente, los procedimientos descritos en la presente memoria basados en la inyección conjunta de un reductor hidrocarburo y agua son más eficaces reductores comparado con composiciones secas y pueden reducir o eliminar la combustión espontánea del reductor que plaga la tecnología de tratamiento de escape de la técnica

anterior. El consumo del reductor hidrocarburo se puede retrasar y/o disminuir por aproximadamente 75%. Además, la cantidad de tiempo que le lleva al reductor hidrocarburo quemar espontáneamente se puede aumentar por aproximadamente 90%.

- 5 Se debería reconocer por los expertos en la materia que los procedimientos descritos en la presente memoria son relativamente versátiles porque se pueden usar en una variedad de aplicaciones usando una variedad de catalizadores y reductores hidrocarbonatos al tiempo que se consiguen reducciones significativas de NO_x. Por ejemplo, se pueden conseguir concentraciones de NO_x menores que 5 partes por millón (ppm).

La presente divulgación se ilustra mediante los siguientes ejemplos no limitantes.

Ejemplo 1:

- 10 Usando el paquete informático ChemKin (Versión 3.7) de Reaction Design (San Diego, CA), se simularon los efectos de la relación de agua a reductor en la ignición de reductor y consumo para un intervalo de temperaturas. Los cálculos se realizaron asumiendo un modelo de reactor de flujo tapón idealizado, en el que el transporte tiene lugar por convección, en condiciones adiabáticas. Además, no requería selección de un catalizador ya que la reacción (es decir, o combustión espontánea o reacción con la corriente de escape) fue modelada de manera que tuviera lugar completamente en la fase gas.

Para estos cálculos, se usaron relaciones molares de agua a reductor de 1:1 y 2:1 y se seleccionó propeno gaseoso como el reductor. La temperatura se varió de 400 a 800°C en incrementos de 50°C. Se calcularon los datos basándose en la mezcla más reactiva de propeno y una composición de O₂ al 12% vol., 25 ppm de NO, H₂O al 9% vol., siendo el equilibrio con nitrógeno.

- 20 La figura 2 ilustra el cambio en el tiempo para la combustión simultánea del reductor. Para estos cálculos, el tiempo de la combustión espontánea se calculó como el tiempo cuando se había consumido el 90% del propeno. Además, el retraso o incremento en el tiempo mostrado en el eje de las ordenadas, se calculó con respecto al tiempo necesario para la combustión espontánea usando una corriente seca de reductor (es decir, sin agua). Por todo el intervalo de temperatura observado, hubo aproximadamente un 30 a aproximadamente 40% de incremento en el tiempo de ignición para una relación molar de agua a reductor de 1:1 y aproximadamente un 60 a aproximadamente un 80% de incremento en el tiempo de ignición para una relación molar de agua a reductor de 2:1.

- La figura 3 ilustra el cambio en el consumo de propeno de 1 segundo después de la inyección en la cámara de escape. Similarmente, la disminución del consumo, mostrada sobre el eje de ordenadas, se calculó con respecto al nivel de consumo observado usando una corriente de reductor seca. Para temperaturas por debajo de aproximadamente 600°C, hubo aproximadamente un 20 a aproximadamente 50% de disminución en el consumo de propeno para una relación molar de agua a reductor de 1:1 y aproximadamente una disminución adicional de 5 a aproximadamente 15% en el consumo para una relación molar de agua a reductor de 2:1.

- 30 Los datos de Experimento 1 ilustraron las ventajas proyectadas de incorporar agua a la corriente de reductor. Para resumir, se espera que la adición de agua a propeno en la corriente de reductor aumente significativamente el tiempo de ignición del reductor y también disminuyó el nivel de consumo de propeno en 1 segundo de inyección. Además, como aumentó la relación de agua a propeno, hubo mejoras adicionales en estas propiedades.

Ejemplo 2:

- 40 En este ejemplo, se determinaron los efectos de la concentración inyectada de reductor en la conversión catalítica de óxido nítrico (NO). Para estos experimentos, el catalizador fue una mezcla de óxido de galio analítico y óxido de plata dispuesta sobre un soporte de gamma-alúmina. Se cargaron 6,4 gramos (g) del catalizador en un reactor de cuarzo y se calentó inicialmente el reactor a 500°C en aire durante aproximadamente 2 horas. Con posterioridad, se inyectó una mezcla gaseosa de 25 ppm de NO, O₂ al 12% vol., agua al 9% vol., siendo el equilibrio con N₂, en el reactor cargado con catalizador y se dejó enfriar a 400°C durante un periodo de aproximadamente 40 minutos.

- 45 En experimentos independientes, se inyectaron 50 ppm, 75 ppm y 100 ppm de alcohol isopropílico (IPA) en el reactor para proporcionar relaciones de carbono a NO de 6:1, 9:1 y 12:1, respectivamente. Después de 40 minutos, se midieron las concentraciones de salida de NO, dióxido de nitrógeno (NO₂) e hidrocarburos que contienen nitrógeno (RONO).

- La figura 4 ilustra los resultados de estos experimentos. La serie de barras más a la izquierda, con leyenda "conversión de NO_t", representa el porcentaje de conversión de 25 ppm de NO en el reactor a no NO_x (es decir, NO y NO₂) y compuestos no de RONO. La segunda serie de barras (de la izquierda), con leyenda "conversión de NO_x", representa el porcentaje de conversión de las 25 ppm de NO en el reactor convertido en compuestos no de NO_x. De acuerdo con esto, la diferencia entre estas dos series de barras, para cada experimento, corresponde a la conversión del NO inicial en compuestos de RONO. Las tres series finales de barras representan las concentraciones de salida de NO, NO₂ y RONO y se marcan de acuerdo con esto.

- 55 **Ejemplo 3:**

5 En este ejemplo, se determinaron los efectos de la concentración inicial de NO en la conversión catalítica de óxido nítrico (NO). Se prepararon el catalizador y el reactor de la misma manera que se describió en el Ejemplo 2. En este ejemplo, en vez de una mezcla de gas inicial idéntica, se inyectaron independientemente 15, 25 y 35 ppm de NO al reactor, junto con O₂ al 12 % vol, agua al 9 % vol., siendo el equilibrio con N₂. Para mantener una relación constante de carbono a NO de 9, se inyectaron concentraciones de IPA de 45, 75 y 105 ppm, respectivamente, en el reactor después de que se hubiera enfriado a 400°C. Después de 40 minutos, se midieron las concentraciones de salida de NO, dióxido de nitrógeno (NO₂) e hidrocarburos que contienen nitrógeno (RONO). Los resultados de estos experimentos se ilustran en la Figura 5.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para tratamiento de corrientes de escape que comprende:

inyectar una corriente de reductor en una cámara (12) de escape que comprende una corriente de escape que contiene óxido de nitrógeno;

5 poner en contacto una composición que comprende la corriente de reductor y la corriente de escape con un catalizador (20) y disminuir una concentración del óxido de nitrógeno en la composición que comprende la corriente de reductor y la corriente de escape;

10 en el que la corriente de reductor comprende un reductor hidrocarburo y agua; **caracterizado porque:** el reductor hidrocarburo se inyecta en forma líquida y/o gaseosa y el agua se inyecta como líquido y/o vapor y en la que una cantidad del agua en la corriente de reductor es 0,01 a 15 por ciento en volumen (% volumen) en base al número total de moles de la corriente de reductor.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además mezclar el reductor hidrocarburo y agua para formar una mezcla previa a la inyección.

15 3. El procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además calentar el hidrocarburo y/o agua previamente a la inyección.

4. El procedimiento según la reivindicación 1, 2 ó 3, en el que la cámara (12) de escape es una porción de un motor de turbina.

5. El procedimiento según cualquier reivindicación precedente, en el que una temperatura de la corriente de escape es aproximadamente 150 a aproximadamente 1.100°C.

20 6. Un sistema de tratamiento de corrientes de escape, que comprende:

una cámara (12) de escape que comprende un catalizador (20);

una corriente de escape que comprende un óxido de nitrógeno y una corriente de reductor;

25 en el que la corriente de reductor comprende un reductor hidrocarburo y agua; **caracterizado porque:** el reductor hidrocarburo se inyecta en forma líquida y/o gaseosa y el agua se inyecta como líquido y/o vapor y en el que una cantidad del agua en la corriente de reductor es 0,01 a 15 por ciento en volumen (% vol) en base al número total de moles de la corriente de reductor.

FIG. 1

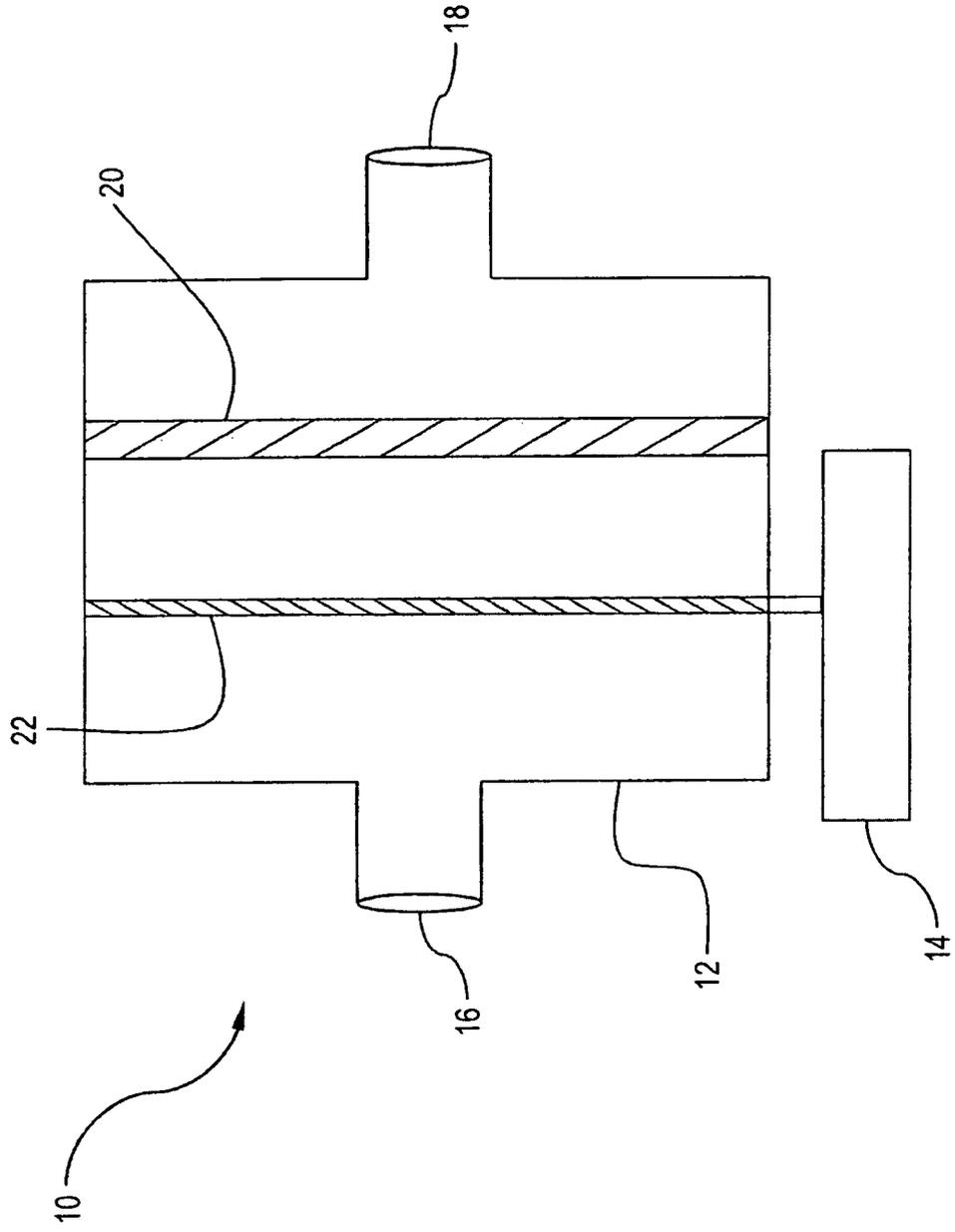


FIG. 2
Cambio en Tiempo de Ignición

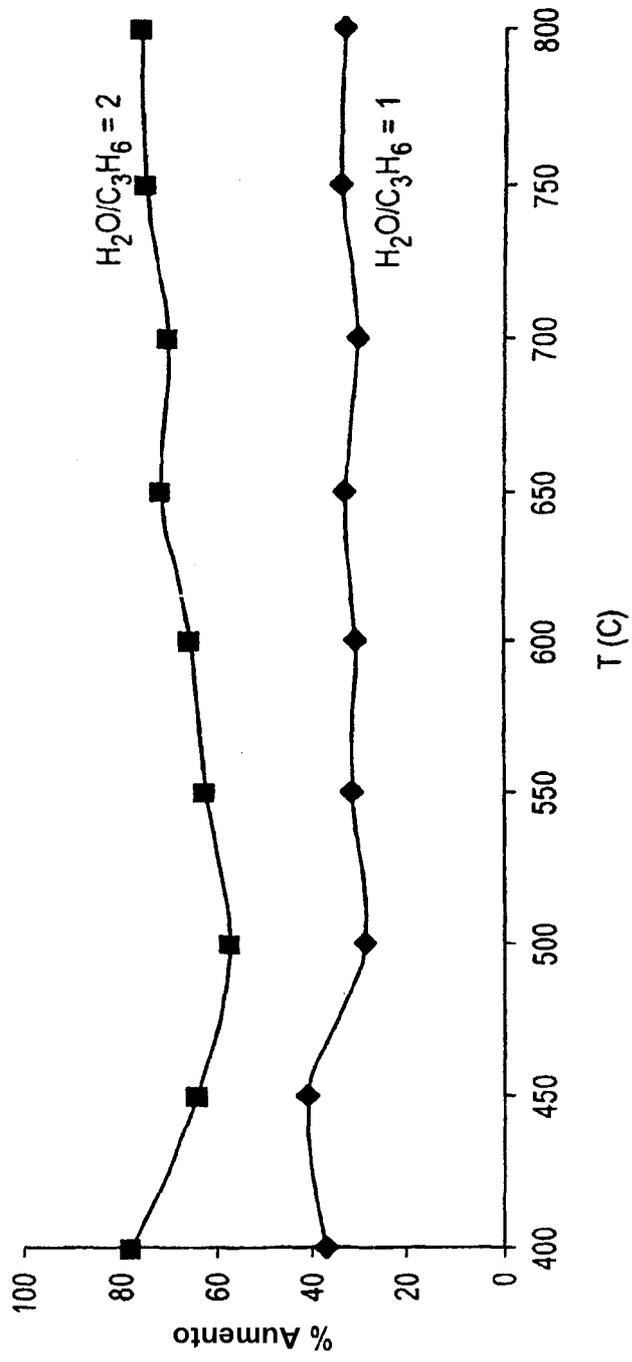


FIG. 3

Cambio en el Consumo de C_3H_6 Después de 1 Segundo

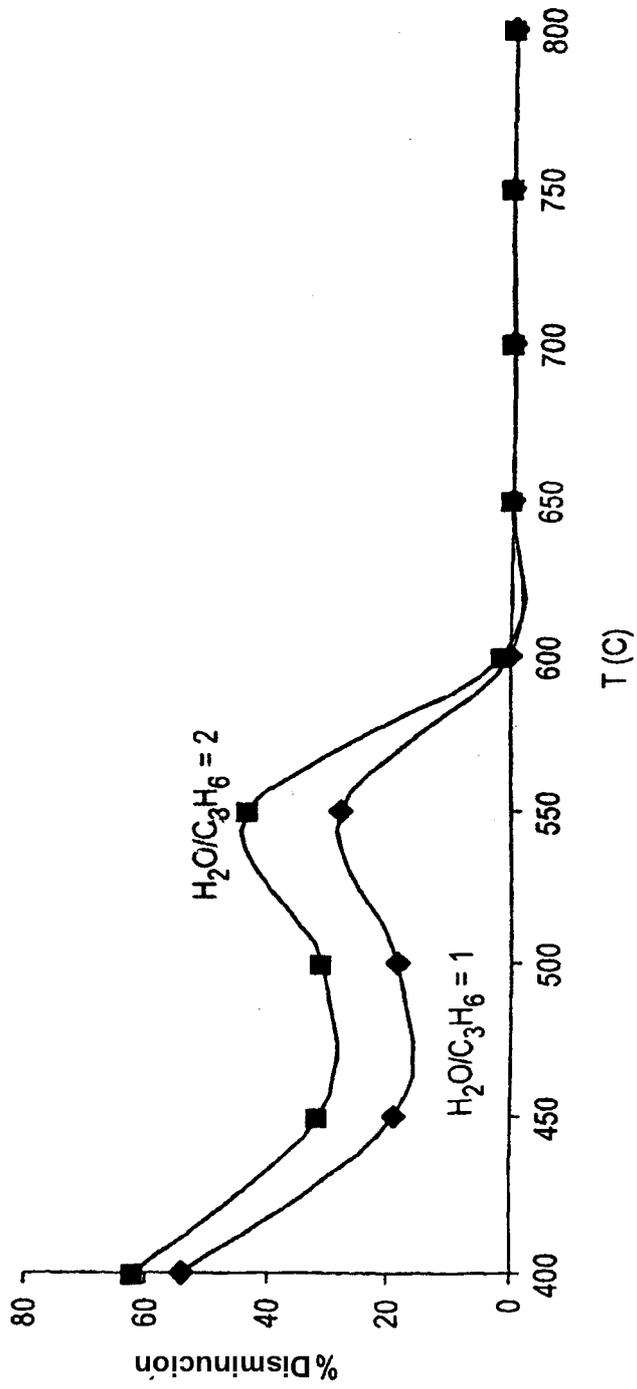


FIG. 4

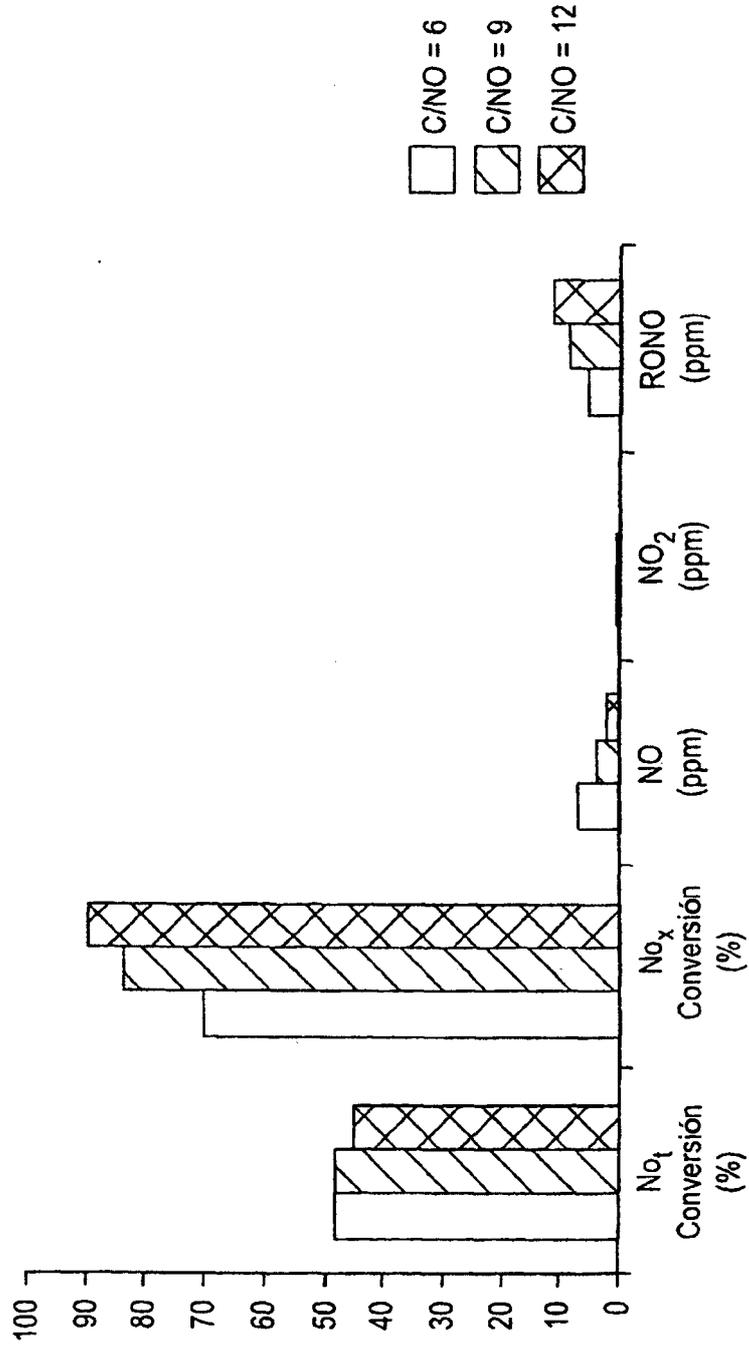


FIG. 5

