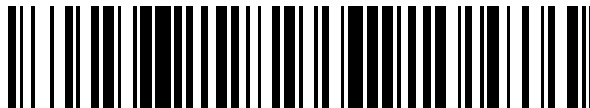


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 348**

51 Int. Cl.:

**C10L 10/02** (2006.01)

**F23N 5/08** (2006.01)

**F23K 3/00** (2006.01)

**F23J 15/00** (2006.01)

**F23J 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.04.2004 PCT/US2004/009800**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.10.2004 WO04091796**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2004 E 04759075 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 1620678**

54 Título: **Combustible y proceso para una combustión con emisiones reducidas**

30 Prioridad:

**11.04.2003 US 462552 P**

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

**24.02.2020**

73 Titular/es:

**EVONIK CORPORATION (100.0%)**

**299 Jefferson Road**

**Parsippany, NJ 07054, US**

72 Inventor/es:

**ALLEN, GARY, W. y**

**JOYCE, JOHN, T., JR.**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 744 348 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

Combustible y proceso para una combustión con emisiones reducidas

5 Se divulga un sistema alimentado con combustibles fósiles, tal como un horno alimentado con combustibles fósiles, con emisiones reducidas. La presente invención tiene como objetivo reducir al menos la opacidad de las emisiones de un sistema alimentado con combustibles fósiles.

10 Las enmiendas de 1990 a la Ley de Aire Limpio de Estados Unidos requieren que los principales productores de emisiones al aire, tales como las centrales eléctricas, limiten la descarga de contaminantes atmosféricos emitidos durante procesos de combustión. En la mayor parte de las centrales eléctricas de vapor actualmente en funcionamiento, los combustibles fósiles (tales como el petróleo o el carbón) se queman en un horno que incluye una caldera para calentar el agua en vapor. El vapor impulsa turbinas acopladas a un generador para producir electricidad. No obstante, estos hornos alimentados con combustibles fósiles emiten corrientes de gas de escape muy contaminantes a la atmósfera. Estas corrientes de gas de escape contienen generalmente compuestos químicos gaseosos nocivos, tales como dióxido de carbono, cloro, flúor, NO<sub>x</sub>, y SO<sub>x</sub>, así como partículas, tales como cenizas volantes, que son un residuo en gran medida incombustible que permanece después de la combustión del combustible fósil.

20 Hasta la fecha, se han utilizado muchos dispositivos para reducir la concentración de contaminantes emitidos por hornos alimentados con combustibles fósiles. Uno de los dispositivos más eficaces es un precipitador electrostático (ESP). Los ESP y su uso en una caldera alimentada con combustibles fósiles típica se describen en detalle en la patente de Estados Unidos N° 6.488.740. Un ESP es un dispositivo con conductores estáticos espaciados uniformemente, generalmente placas, que están cargadas electrostáticamente. Cuando se hace pasar una corriente de gas de escape entre los conductores, las partículas presentes en el gas de escape se cargan y son atraídas hacia los conductores. Generalmente, se disponen de veinte a sesenta conductores paralelamente entre sí, y la corriente de gas de escape se hace pasar a través de pasajes formados entre los conductores. Una capa de partículas formada sobre los conductores limita la fuerza del campo electrostático y reduce el rendimiento del ESP. Para mantener el rendimiento, los conductores se limpian periódicamente para eliminar las partículas recogidas.

30 Existen dos tipos de ESP: secos y húmedos. Un ESP seco elimina las partículas de los conductores agitando o golpeando los conductores y recogiendo las partículas eliminadas en una tolva seca. Un ESP húmedo elimina las partículas retirando mediante lavado las partículas de los conductores y recogiendo las partículas eliminadas en una tolva húmeda.

35 Un sistema para eliminar partículas utilizando una serie de campos de ESP secos y un campo de ESP húmedo se describe en la patente de Estados Unidos N° 3.444.668. Este sistema elimina partículas en un proceso de fabricación de cemento. No obstante, posicionar un campo ESP húmedo aguas arriba de un campo ESP seco, tal como se divulga en la patente de Estados Unidos N° 2.874.802, no elimina suficientemente los contaminantes de una corriente de gas de escape ni aborda los problemas descritos anteriormente.

45 Las patentes de Estados Unidos 5.384.343 y 5.171.781 divulgan un proceso de granulación de finos de carbón con finos superabsorbentes que se han agregado para su uso en hornos de combustibles fósiles, que incluye las etapas de convertir una masa pegajosa húmeda de finos de carbón en un sólido desmenuzable o fluido y de granular posteriormente el sólido. Las patentes '343 y '781 divulgan la preparación de la masa húmeda pegajosa de finos de carbón con partículas poliméricas absorbentes de agua que son finos, con un tamaño de partícula inferior a 10 µm, que se seleccionan a partir de copolímeros y polímeros de injerto de almidón-acrilonitrilo formados mediante la polimerización de un monómero o una mezcla de monómeros etilénicamente insaturados hidrosolubles. En particular, los finos de partículas poliméricas tienen un tamaño en seco eficaz inferior a 10 µm. Los finos, posteriormente, se agregan, y el polímero agregado está compuesto por una mezcla de polímeros superabsorbentes de al menos el 90% con un tamaño inferior a 50 µm y se mezclan en la masa de material particulado, mientras que las partículas se encuentran en forma o bien de un polvo seco que tiene un tamaño de partícula superior a 50 µm y que consiste en agregados friables unidos internamente de partículas más finas con un tamaño inferior a 50 µm o bien de una dispersión de partículas con un tamaño inferior a 50 µm en líquido inmiscible en agua. Esencialmente, las patentes '343 y '781 se refieren al uso de finos poliméricos superabsorbentes, que se agregan y se utilizan para granular combustibles de combustión tales como el carbón.

60 Las patentes '343 y '781 enseñan además que generalmente, por lo tanto, el uso de partículas absorbentes tan reducidas como de 50 µm o un tamaño inferior es inapropiado, pero si se utilizan partículas más grandes, por ejemplo, de 200 µm y un tamaño superior, estas pueden presentar la tendencia a que su velocidad de absorción de líquido del medio ambiente sea bastante lenta y, si dichas partículas se agregan, entonces los agregados son bastante grandes, y esto puede ser inapropiado.

65 El documento US 2002/0184817A1 describe un sistema alimentado con combustibles fósiles con emisiones reducidas que comprende

- un horno que incluye una descarga que se comunica con la atmósfera;

- un sistema de preparación de combustibles fósiles;

5 - al menos un dispensador de agente de control de emisiones para proporcionar un agente de control de emisiones orgánicas a dicho sistema de preparación de combustibles fósiles;

- un monitor de emisiones capaz de medir al menos una propiedad del gas de escape transmitido desde el horno y a través de la descarga a la atmósfera;

10 - un controlador que se comunica con al menos el dispensador de agente de control de emisiones y el monitor de emisiones.

15 Según las enseñanzas del documento US3564818 se aplica un polímero superabsorbente (polímero de injerto) al gas residual para reducir emisiones de SO<sub>2</sub>.

20 En vista de lo anterior, sería muy deseable proporcionar un sistema alimentado con combustibles fósiles que incluya un sistema eficaz para reducir la concentración de contaminantes en un gas de escape emitido por un horno alimentado con combustibles fósiles, mientras se abordan las deficiencias descritas anteriormente de sistemas de la técnica anterior.

25 Se divulga un sistema alimentado con combustibles fósiles que incluye un dispensador de agente de control de emisiones, un horno, un monitor de emisiones y, opcionalmente, un controlador. El dispensador de agente de control de emisiones proporciona una cantidad prescrita de agente de control de emisiones orgánicas, tal como, por ejemplo, un agente de control de opacidad, al sistema alimentado con combustibles fósiles. El horno incluye una descarga que se comunica con la atmósfera. El monitor de emisiones es capaz de medir al menos una propiedad del gas de escape transmitido a la atmósfera a través de la descarga. Por ejemplo, cuando un agente de control de emisiones orgánicas es un agente de control de opacidad, el monitor de emisiones tiene la capacidad de medir al menos la opacidad. Cuando está incluido, el controlador se comunica con al menos el dispensador de agente de control de emisiones y el monitor de emisiones.

35 Además se divulga un sistema alimentado con combustibles fósiles que incluye un dispensador de agente de control de emisiones, un horno y un monitor de emisiones. El dispensador de agente de control de emisiones proporciona una cantidad prescrita de agente de control de emisiones orgánicas. El monitor de emisiones es capaz de medir al menos una propiedad del gas de escape transmitido a través de una descarga a la atmósfera.

40 Otra divulgación más se refiere a un dispensador de agente de control de opacidad que puede utilizarse con un sistema alimentado con combustibles fósiles. El sistema alimentado con combustibles fósiles puede incluir un horno y un monitor de opacidad. El dispensador de agente de control de opacidad es capaz de proporcionar una cantidad prescrita de agente de control de opacidad. El monitor de opacidad es capaz de medir al menos una opacidad del gas de escape transmitido desde el horno a través de una descarga a la atmósfera.

45 Otra divulgación más se refiere a un sistema alimentado con combustibles fósiles que incluye un dispensador de agente de control de opacidad, un horno, un monitor de opacidad y un controlador. El dispensador de agente de control de opacidad es capaz de proporcionar una cantidad prescrita de un agente de control de opacidad. El monitor de opacidad es capaz de medir al menos la opacidad de los gases de escape transmitidos desde el horno a través de una descarga a la atmósfera. El controlador se comunica con al menos el dispensador de agente de control de opacidad y el monitor de opacidad.

50 Un aspecto adicional de la presente divulgación es proporcionar un procedimiento para controlar las emisiones de un sistema alimentado con combustibles fósiles. El procedimiento incluye (a) proporcionar una cantidad de agente de control de emisiones orgánicas a un horno, (b) medir al menos una propiedad del gas de escape transmitido a la atmósfera, (c) comparar el valor medido y un valor de referencia prescrito de al menos una propiedad, (d) ajustar, si es apropiado, la cantidad de agente de control de emisiones orgánicas proporcionada, y (e) repetir las etapas (b) a (d). La cantidad de agente de control de emisiones orgánicas proporcionada es suficiente para controlar la, al menos una, propiedad del gas de escape a un valor de referencia prescrito. Al comparar el valor medido y el valor de referencia prescrito, se realizan ajustes apropiados, si es necesario, a la cantidad de agente de control de emisiones orgánicas proporcionada para que el valor medido y el valor de referencia prescrito de la, al menos una, propiedad sea sustancialmente el mismo.

60 Otro aspecto adicional de la presente divulgación es un procedimiento para controlar la opacidad de las emisiones de un sistema alimentado con combustibles fósiles. El procedimiento incluye las etapas siguientes: (a) proporcionar una cantidad de agente de control de opacidad, (b) medir al menos la opacidad del gas de escape transmitido a la atmósfera, (c) comparar el valor de opacidad medido y un valor de referencia prescrito, (d) ajustar, si es apropiado, la cantidad de agente de control de opacidad proporcionada, y (e) repetir las etapas (b) a (d). La cantidad de agente de control de opacidad proporcionada es suficiente para controlar al menos una opacidad del gas de escape a un

valor de referencia prescrito. Al comparar el valor de opacidad medido y el valor de referencia prescrito, se realizan los ajustes apropiados, si es necesario, a la cantidad de agente de control de opacidad proporcionada para que el valor de opacidad de la medición y el valor de referencia prescrito sean sustancialmente el mismo.

5 Otro aspecto adicional más de la presente divulgación es un procedimiento para operar un sistema alimentado con combustibles fósiles mientras se controla la emisión del mismo. El procedimiento incluye las etapas siguientes: (a) operar el sistema alimentado con combustibles fósiles a un valor de referencia de demanda de carga prescrito, (b) proporcionar una cantidad prescrita de un agente de control de opacidad, (c) ajustar el valor de referencia de demanda de carga prescrito a un valor de referencia de demanda de carga prescrito diferente, (d) medir al menos la opacidad del gas de escape transmitido a la atmósfera en el valor de referencia de demanda de carga prescrito diferente, (e) comparar el valor de opacidad medido y el valor de referencia de opacidad prescrito, (f) ajustar, si es necesario, la cantidad prescrita de agente de control de opacidad proporcionada, y (g) repetir las etapas (c) a (f). La cantidad prescrita de agente de control de opacidad proporcionada es suficiente para controlar al menos una opacidad del gas de escape a un valor de referencia de opacidad prescrito mientras se opera al valor de referencia de demanda de carga prescrito. Después de ajustar el valor de referencia de demanda de carga prescrito a un valor de referencia de demanda de carga prescrito diferente, se comparan el valor medido y el valor de referencia de opacidad prescrito. Se hacen los ajustes apropiados, si es necesario, a la cantidad prescrita de agente de control de opacidad proporcionada, de forma que el valor medido y el valor de referencia prescrito de al menos la opacidad sean sustancialmente el mismo.

20 Un aspecto de la presente invención es proporcionar un combustible que puede utilizarse en un sistema alimentado con combustibles fósiles para controlar las emisiones transmitidas por el sistema alimentado con combustibles fósiles a la atmósfera. El combustible incluye al menos un material combustible y un agente de control de emisiones orgánicas. El agente de control de emisiones es capaz de interactuar con uno de entre el combustible, los productos de combustión del combustible y el combustible y los productos de combustión para reducir la emisión de al menos un aspecto del gas de escape. De esta forma, se controlan las emisiones transmitidas por el sistema alimentado con combustibles fósiles a la atmósfera.

30 Otro aspecto alternativo de la presente divulgación es proporcionar un combustible que puede utilizarse en un sistema alimentado con combustibles fósiles para controlar la opacidad del gas de escape transmitido por el sistema alimentado con combustibles fósiles a la atmósfera. El combustible incluye al menos un combustible fósil y al menos un agente de control de opacidad. El agente de control de opacidad es capaz de interactuar con uno de entre el combustible, los productos de combustión del combustible y el combustible y los productos de combustión para reducir la opacidad del gas de escape transmitido por el sistema alimentado con combustibles fósiles a la atmósfera. De esta forma, se controla al menos la opacidad del gas de escape transmitido por el sistema alimentado con combustibles fósiles a la atmósfera.

40 Otro aspecto alternativo más de la presente divulgación es un aparato para reducir la concentración de contaminantes presentes en un gas de escape emitido a la atmósfera por un sistema alimentado con combustibles fósiles. El aparato incluye al menos un inyector para introducir un polímero superabsorbente al sistema alimentado con combustibles fósiles en una corriente de gas de escape del combustible fósil quemado. El aparato puede incluir uno cualquiera de entre un monitor de emisiones, un controlador y un monitor de emisiones y un controlador. Cuando está incluido, el monitor de emisiones se encuentra aguas abajo del inyector. Además, el monitor de emisiones es capaz de medir al menos una propiedad del gas de escape transmitido a la atmósfera. El controlador se comunica con al menos un inyector. El controlador puede comunicarse con al menos un inyector y el monitor de emisiones. En cualquier caso, el controlador controla el flujo del polímero superabsorbente a través de la, al menos una, boquilla y a la corriente de gas de escape para controlar la concentración de contaminantes presentes en un gas de escape aguas abajo del, al menos un, inyector.

50 Estos y otros aspectos, ventajas y características destacadas de la presente invención serán evidentes a partir de la descripción detallada siguiente, los dibujos adjuntos y las reivindicaciones adjuntas.

55 La figura 1A representa un diagrama esquemático de un sistema alimentado con combustibles fósiles según una forma de realización (no según la presente invención);

La figura 1B representa un diagrama esquemático de un sistema alimentado con combustibles fósiles según una forma de realización (no según la presente invención);

60 La figura 1C representa un diagrama esquemático de un sistema alimentado con combustibles fósiles según una forma de realización (no según la presente invención);

La figura 2A representa un diagrama esquemático de los detalles de un sistema de preparación de combustible que puede utilizarse con el sistema alimentado con combustibles fósiles de la figura 1C (no según la presente invención);

65

La figura 2B representa un diagrama esquemático de los detalles de un sistema de preparación de combustible que puede utilizarse con el sistema alimentado con combustibles fósiles de la figura 1C (no según la presente invención);

5 La figura 2C representa un diagrama esquemático de los detalles de un sistema de preparación de combustible que puede utilizarse con el sistema alimentado con combustibles fósiles de la figura 1C (no según la presente invención);

10 La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un control de la combustión que incluye el control de emisiones que puede utilizarse con los sistemas alimentados con combustibles fósiles de las figuras 1A, 1B y 1C (no según la presente invención); y

15 La figura 4 representa un diagrama esquemático detallado de un sistema alimentado con carbón según una forma de realización (no según la presente invención).

20 Como se observa mejor en las figuras 1A, 1B y 1C, se muestra un sistema alimentado con combustibles fósiles, designado en general con el número 10, construido según la presente divulgación. El sistema alimentado con combustibles fósiles 10 incluye un dispensador de agente de control de emisiones 12, un horno 14, un monitor de emisiones 20 y un controlador 22. El sistema alimentado con combustibles fósiles 10 puede incluir otros componentes, tales como, por ejemplo, un sistema de preparación de combustibles fósiles 24, un generador de vapor 32 y un generador de energía 34. El dispensador de agente de control de emisiones 12 proporciona un agente de control de emisiones orgánicas 18 de una forma prescrita, por ejemplo, a uno cualquiera de entre el horno 14 (tal como se muestra en la figura 1A), el gas de escape (tal como se muestra en la figura 1B), el sistema de preparación de combustible fósil 24 (tal como se muestra en la figura 1C), subsistemas del sistema de preparación de combustible fósil 24 (tal como se representa en las figuras 2A, 2B y 2C), y combinaciones de los mismos (véase, por ejemplo, la figura 4). El horno 14 incluye una descarga 16 que se comunica con la atmósfera. El monitor de emisiones 20 es capaz de medir al menos una propiedad del gas de escape transmitido desde el horno 14 a través de la descarga 16 a la atmósfera. El controlador 22 se comunica con al menos el dispensador de agente de control de emisiones 12 y el monitor de emisiones 20. Tal como se muestra en las figuras 1A, 1B y 1C, el controlador 22 puede comunicarse con el horno 14, un sistema de preparación de combustible fósil 24, un generador de vapor 32 y un generador de energía 34. No se muestra, pero de forma implícita en la figura 3, el controlador 22 puede comunicarse con un sensor y sondas para facilitar el control del sistema alimentado con combustibles fósiles 40.

35 El controlador 22 regula una cantidad de agente de control de emisiones proporcionada por el dispensador de agente de control de emisiones 12. Esta regulación puede efectuarse junto con el monitor de emisiones 20 y su comunicación de un valor medido de al menos una propiedad del gas de escape al controlador 22. Por ejemplo, el dispensador de agente de control de emisiones 12 proporciona una cantidad prescrita de agente de control de emisiones 18 para mantener al menos una propiedad del gas de escape a un límite predeterminado a través de una retroalimentación del valor medido desde el monitor de emisiones 20 al controlador 22. Como otro ejemplo, el dispensador 12 de agentes de control de emisiones proporciona una cantidad prescrita de agente de control de emisiones orgánicas 18 para mantener al menos una propiedad a un límite predeterminado y una carga operativa de uno cualquiera de entre el horno 14, el generador de vapor 32, el generador de energía 34 y combinaciones de los mismos a través de una retroalimentación de los valores medidos al controlador 22.

45 El controlador 22 es un controlador disponible comercialmente con una pluralidad de entradas y salidas que cumplen los requisitos de los periféricos. El controlador 22 puede ser uno cualquiera de entre un microcontrolador, un PC con hardware y software apropiados, y combinaciones de uno o más de los mismos. Los detalles relativos a los controladores que pueden utilizarse en el sistema alimentado con combustibles fósiles 10 se abordan, por ejemplo, en las patentes de Estados Unidos N<sup>o</sup> 5.980.078, 5.726.912, 5.689.415, 5.579.218, 5.351.200, 4.916.600, 4.646.223, 50 4.344.127 y 4.396.976.

De nuevo con referencia a las figuras 1A, 1B y 1C, el sistema alimentado con combustibles fósiles 10 puede incluir un sistema de preparación de combustible 24, tal como un sistema de preparación de combustible fósil. El sistema de preparación de combustible 24 puede ser cualquiera de una diversidad que incluye uno de entre un sistema de preparación de turba, un sistema de preparación de coque de petróleo, un sistema de preparación de carbón y combinaciones de los mismos. Volviendo ahora a las figuras 2A, 2B y 2C, el sistema de preparación de combustible 24 puede incluir un sistema de preparación de combustible bruto 26 para transformar combustible bruto en combustible refinado. Como ejemplo, cuando el carbón es uno de los combustibles brutos, se puede utilizar una trituradora de carbón para transformar el carbón bruto en carbón triturado. El sistema de preparación de combustible bruto 26 puede incluir uno o más dispensadores adicionales. Estos dispensadores pueden proporcionar uno cualquiera de entre un agente de manipulación de materiales, un agente de unión a la humedad y un agente de manipulación de materiales de unión a la humedad. Aunque puede haber dispensadores separados para cada agente, en las figuras 2A, 2B y 2C se muestra que los agentes se proporcionan por un único dispensador, el dispensador de agente de control de emisiones 12.

65

Volviendo ahora a las figuras 2A, 2B y 2C, el sistema de preparación de combustible 24 puede ser, o incluir, un sistema de preparación de combustible refinado 28 para transformar el combustible refinado en combustible de grado de combustión. Como ejemplo, cuando el carbón es uno de los combustibles refinados, se puede utilizar un pulverizador de carbón para transformar el carbón triturado en carbón pulverizado. Al igual que con el sistema de preparación de combustible bruto 26, el sistema de preparación de combustible refinado 28 puede incluir uno o más dispensadores adicionales. Estos dispensadores pueden proporcionar uno cualquiera de un agente de manipulación de materiales, un agente de unión a la humedad y un agente de manipulación de materiales de unión a la humedad. Además, al igual que con el sistema de preparación de combustible bruto 26, aunque puede haber dispensadores separados para cada agente, en las figuras 2A, 2B y 2C se muestra que los agentes se proporcionan por un único dispensador, el dispensador de agente de control de emisiones 12.

El sistema de preparación de combustible 24 puede ser capaz de combinar al menos dos combustibles tales como, por ejemplo, uno cualquiera de entre diferentes grados, diferentes tipos, diferentes tamaños de combustible, y se pueden proporcionar combinaciones de los mismos dentro del sistema alimentado con combustibles fósiles 10. Esta pluralidad de combustibles puede mezclarse de una forma que cree una mezcla de combustible que cumpla con los requisitos de carga operativa del horno 14, mientras que al mismo tiempo, en combinación con un agente de control de emisiones orgánicas 18, cumpla o supere el rendimiento de las emisiones. Se apreciará que cuando el combustible incluye carbón, la mezcla de combustible se puede realizar utilizando uno cualquiera de entre una trituradora de carbón (por ejemplo, en el sistema de preparación de combustible bruto 26), un pulverizador (por ejemplo, en el sistema de preparación de combustible refinado 28), y combinaciones de los mismos.

Tal como se muestra en las figuras 2A, 2B y 2C, el sistema de preparación de combustible bruto 26 es capaz de transformar una pluralidad de combustibles brutos A, B, ... y Z en una pluralidad de combustibles refinados 1, 2, ... y N. Los combustibles brutos A, B, ... y Z pueden transformarse procesando en serie los combustibles brutos A, B, ... y Z para producir combustibles refinados 1, 2, ... y N. Alternativamente, la transformación se puede lograr extrayendo dos o más combustibles brutos A, B, ... y Z, por ejemplo, para producir secuencialmente combustible refinado 1, combustible refinado 2, ... y combustible refinado N. Ambos procesos se indican mediante la flecha en línea continua desde la caja 26 hasta los tanques de combustible refinado.

También tal como se muestra en las figuras 2A, 2B y 2C, el sistema de preparación de combustible refinado 26 puede transformar una pluralidad de combustibles refinados 1, 2, ... y N en un combustible de grado de combustión. Al igual que con los combustibles brutos A, B, ... y Z, los combustibles refinados 1, 2, ... y N pueden transformarse procesando en serie los combustibles refinados 1, 2, ... y N para producir el combustible de grado de combustión. Alternativamente, la transformación se puede lograr extrayendo dos o más de los combustibles refinados 1, 2, ... y N, por ejemplo, para producir secuencialmente combustible de grado de combustión.

Se apreciará que un sistema alimentado con combustibles fósiles 10 puede incluir disposiciones que harían innecesario tener un sistema de preparación de combustible 24 para transformar combustibles brutos y combustibles refinados. En tal caso, el sistema alimentado con combustibles fósiles 10 puede ser un sistema de manipulación de combustible 30 para proporcionar combustible de grado de combustión al horno 14. En tal caso, el sistema de manipulación de combustible 30 puede incluir un dispensador de agente de control de emisiones 12 y uno o más dispensadores adicionales. Estos dispensadores pueden proporcionar uno cualquiera de entre un agente de manipulación de materiales, un agente de unión a la humedad y un agente de manipulación de materiales de unión a la humedad. Aunque puede haber dispensadores separados para cada agente, en las figuras 2A, 2B y 2C se muestra que los agentes se proporcionan por un único dispensador, el dispensador de agente de control de emisiones 12.

El horno 14 puede ser cualquiera que ofrezca beneficios mediante la inclusión de un dispensador de agente de control de emisiones 12. Cuando un combustible es el carbón, los ejemplos de un horno 14 incluyen uno cualquiera de un horno alimentado por fogonero, un horno de combustible pulverizado y combinaciones de los mismos. Algunos ejemplos específicos de un horno de combustible pulverizado incluyen uno cualquiera de entre un horno de tipo ciclón y un horno de tipo lecho fluidizado. Un horno 14 puede identificarse por el tipo de combustible para el que ha sido diseñado. Por lo tanto, otros ejemplos de un horno 14 incluyen uno cualquiera de entre un horno de carbón, un horno de turba, un horno de coque de petróleo y combinaciones de los mismos. Los solicitantes han descubierto que proporcionar un dispensador de agente de control de emisiones 12 a un horno de carbón es beneficioso para controlar las emisiones.

Volviendo a las figuras 1A, 1B y 1C, el sistema alimentado con combustibles fósiles 10 puede incluir uno cualquiera de entre un generador de vapor 32 y un generador de vapor 32 y un generador de energía 34. El generador de energía 34 puede ser cualquiera de entre una turbina, un motor Sterling, un motor de vapor alternativo y combinaciones de los mismos.

Los solicitantes señalan que el sistema alimentado con combustibles fósiles 10 se puede utilizar en aplicaciones diferentes a las representadas en las figuras 1A, 1B y 1C. Por ejemplo, el sistema alimentado con combustibles fósiles 10 se puede utilizar en aplicaciones que utilizan una cualquiera de entre energía mecánica, energía eléctrica, energía de vapor y combinaciones de las mismas, tales como, por ejemplo, cualquiera de entre fabricación de pulpa,

fabricación de papel, fabricación de pulpa y papel, fabricación de textiles, fabricación de productos químicos y procesamiento de caucho. Otros ejemplos de aplicaciones para un sistema alimentado con combustibles fósiles 10 incluyen las industrias de metales y de cemento tales como, por ejemplo, fundición de mineral de cobre, refinamiento de cobre, fundición de mineral de níquel, refinamiento de níquel, recuperación de zinc de la escoria de alto horno de plomo, escoria de horno de reverberación de cobre, producción de hierro maleable a partir de hierro fundido blanco y producción de cemento.

Un monitor de emisiones 20 se muestra en las figuras 1A, 1B, 1C y 4 sobre la descarga 16 del sistema alimentado con combustibles fósiles 10. Dicho monitor es capaz de medir al menos una propiedad del gas de escape antes de su transmisión a la atmósfera. Los solicitantes han descubierto que al menos una opacidad del gas de escape se lleva a cabo por el agente de control de emisiones orgánicas de la presente invención. Con ese fin, la, al menos una, propiedad que el monitor de emisiones 20 puede medir es la opacidad. Por lo tanto, el monitor de emisiones 20 puede ser un monitor de opacidad. En lugar de estar dedicado a ello, el monitor de emisiones 20 puede ser flexible en el sentido de que tendría la capacidad de medir la opacidad y al menos una propiedad adicional del gas de escape, tal como, por ejemplo, uno cualquiera de entre óxidos de carbono (por ejemplo, CO, CO<sub>2</sub>, ... etc.), oxígeno (por ejemplo, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, ... etc.), óxidos de nitrógeno (por ejemplo, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, ... etc.), óxidos de azufre (por ejemplo, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, SO<sub>x</sub>, ... etc.), partículas, flujo y combinaciones de los mismos.

Los detalles relativos a los monitores de emisiones que pueden utilizarse en un sistema alimentado con combustibles fósiles 10 se abordan, por ejemplo, en las patentes de Estados Unidos N<sup>o</sup> 6.597.799 y 5.363.199. Sistemas de supervisión en continuo de emisiones (CEMS), incluidos analizadores de SO<sub>2</sub>, analizadores de NO<sub>x</sub>, analizadores de CO<sub>2</sub>, analizadores de O<sub>2</sub>, monitores de flujo, analizadores de opacidad, medidores de flujo de gases de combustión y sistemas asociados de adquisición y manipulación de datos que cumplen con los requisitos establecidos en 40 CFR Parte 75 de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) están disponibles comercialmente. Los fabricantes de monitores o analizadores de opacidad incluyen, por ejemplo, Teledyne/Monitor Labs, Land Combustion, Thermo Environmental y Durag.

Volvamos ahora al dispensador de agente de control de emisiones 12 que puede utilizarse con un sistema alimentado con combustibles fósiles 10. Cualquier dispensador que facilite la introducción de un agente de control de emisiones orgánicas 18 de una forma que reduzca las emisiones que se transmiten a la atmósfera sería apropiado. Dicho dispensador de agente de control de emisiones 12 puede incluir un dispensador de alimentación volumétrica tal como, por ejemplo, un dispensador de alimentación por tornillo y un dispensador de alimentación en masa tal como, por ejemplo, un alimentador de correa de peso.

Cuando se utiliza un dispensador de agente de control de opacidad, el dispensador 12 es capaz de proporcionar un agente de control de opacidad a una velocidad tal que al menos la opacidad del gas de escape transmitido a través del escape 16 a la atmósfera es inferior o igual al valor sustancialmente prescrito. En algunas jurisdicciones, el valor de opacidad es sustancialmente inferior o sustancialmente igual a 40. En otras jurisdicciones, el valor de opacidad es sustancialmente inferior o sustancialmente igual a 30. En otras jurisdicciones, el valor de opacidad es sustancialmente inferior o sustancialmente igual a 20. En otras jurisdicciones más, el valor de opacidad es sustancialmente inferior o sustancialmente igual a 10.

Un dispensador de agente de control de emisiones 12 puede comunicarse con el sistema alimentado con combustibles fósiles 10 de cualquier forma que permita proporcionar un agente de control de emisiones orgánicas 18 de forma que se controle la concentración de contaminantes de una corriente de gas de escape emitida por una descarga 16. Con ese fin, puede estar previsto un dispensador de agente de control de emisiones 12 para transmitir un agente de control de emisiones orgánicas 18 a cualquiera de entre un combustible fósil, una corriente de combustible fósil antes de la combustión, una corriente de combustible fósil durante la combustión (por ejemplo, con gases que se introducen en el horno 14 durante la combustión), una corriente de combustible fósil después de la combustión (por ejemplo, una corriente de gas de escape de combustible fósil quemado) y combinaciones de los mismos.

Volvamos ahora a la figura 1A que representa esquemáticamente un aspecto de la presente descripción. En este aspecto, un dispensador de agente de control de emisiones 12 transmite un agente de control de emisiones orgánicas 18 a un horno 14. El dispensador de agente de control de emisiones 12 puede ser, o incluir, un aparato que incluye, por ejemplo, al menos un inyector para la introducción del agente de control de emisiones orgánicas 18. La transmisión al horno 14 puede ser mediante la transmisión de un agente de control de emisiones orgánicas 18 a uno cualquiera de entre una corriente de combustible fósil antes de la combustión, una corriente de combustible fósil durante la combustión (por ejemplo, con gases que se introducen en el horno 14 durante la combustión), una corriente de combustible fósil después de la combustión (por ejemplo, una corriente de gas de escape de combustible fósil quemado), y combinaciones de los mismos.

También tal como se muestra en la figura 1A, un aparato puede incluir uno cualquiera de entre un monitor de emisiones 20, un controlador 22 y un monitor de emisiones 20 y un controlador 22. Cuando está incluido, el monitor de emisiones 20 se encuentra aguas abajo del inyector. Además, el monitor de emisiones es capaz de medir al menos una propiedad de la corriente de gas de escape de combustible fósil quemado transmitida a la atmósfera. El

controlador 20 se comunica con el, al menos un, inyector. El controlador 22 puede comunicarse con el, al menos un, inyector y el monitor de emisiones 20. En cualquier caso, el controlador 22 controla un flujo del agente de control de emisiones orgánicas 18 tal como, por ejemplo, un agente de control de opacidad (por ejemplo, polímero superabsorbente), a través de al menos una boquilla para controlar la concentración de contaminantes presentes en una corriente de gas de escape aguas abajo del, al menos un, inyector. De esta forma, se controla la concentración de contaminantes presentes en una corriente de gas de escape emitida por una descarga 16 de un sistema alimentado con combustibles fósiles 10.

Volvamos ahora a la figura 1B, que representa esquemáticamente otro aspecto de la presente descripción. En este aspecto, un dispensador de agente de control de emisiones 12 transmite un agente de control de emisiones orgánicas 18 a una descarga 16. El dispensador de agente de control de emisiones 12 puede ser, o incluir, un aparato que incluye, por ejemplo, al menos un inyector para la introducción del agente de control de emisiones orgánicas 18. La transmisión a la descarga 16 se puede producir transmitiendo un agente de control de emisiones orgánicas 18 a una corriente de combustible fósil después de la combustión (por ejemplo, una corriente de gas de escape de combustible fósil quemado). Al igual que con la figura 1A, el aparato puede incluir cualquiera de un monitor de emisiones 20, un controlador 22 y un monitor de emisiones 20 y un controlador 22.

Volvamos ahora a las figuras 1C, 2A, 2B y 2C, que representan esquemáticamente otro aspecto más de la presente descripción. En este aspecto, un dispensador de agente de control de emisiones 12 transmite un agente de control de emisiones orgánicas 18 a un sistema de preparación de combustible 24. La transmisión al sistema de preparación de combustible 24 se puede producir transmitiendo un agente de control de emisiones orgánicas 18 a uno cualquiera de entre un combustible fósil, una corriente de combustible fósil antes de la combustión (por ejemplo, uno cualquiera de entre un sistema de preparación de combustible bruto 26, un sistema de preparación de combustible refinado 28, un sistema de manipulación de combustible 30 y combinaciones de los mismos), y combinaciones de los mismos. El dispensador de agente de control de emisiones 12 en este aspecto puede ser, o incluir, un aparato que incluya uno cualquiera de entre un inyector, un alimentador de tornillo y un alimentador de correa de peso para introducir el agente de control de emisiones orgánicas 18. Como con las figuras 1A y 1B, el aparato puede incluir uno cualquiera de entre un monitor de emisiones 20, un controlador 22 y un monitor de emisiones 20 y un controlador 22.

Los solicitantes han descubierto inesperadamente que un polímero superabsorbente actúa como un agente de control de emisiones 18 en general y, en particular, como un agente de control de opacidad. En tal caso, el dispensador de agente de control de emisiones 12 es un dispensador de polímero superabsorbente que tiene la capacidad de dispensar un polímero superabsorbente que tiene un tamaño de partícula promedio de al menos 200  $\mu\text{m}$  e incluso de al menos 250  $\mu\text{m}$ .

Las características del tamaño de partícula para el agente de control de emisiones orgánicas útil en el presente documento pueden realizarse utilizando análisis de tamiz estándar. La determinación de las características del tamaño de partícula utilizando dicha técnica se describe con mayor detalle en la patente de Estados Unidos N° 5.061.259, "Absorbent structures with gelling agent and absorbent articles containing such structures" publicada el 29 de octubre de 1991 de Goldman, *et al.*

Además, el dispensador de polímero superabsorbente es capaz de dispensar un polímero superabsorbente a del 0,001% en peso al 5% en peso, preferentemente del 0,01% en peso al 0,5% en peso y, de forma más preferida, del 0,05% en peso al 0,25% en peso de la alimentación de combustible al horno. Establecido en una base de 0,4536 kg/1000 kg de combustible (1 libra/tonelada de combustible), el dispensador es capaz de dispensar un polímero superabsorbente a de  $0,02 * 0,4536 \text{ kg}/1000 \text{ kg}$  (0,02 libras/tonelada) de combustible a  $100 * 0,4536 \text{ kg}/1000 \text{ kg}$  (100 libras/tonelada), preferentemente,  $0,2 * 0,4536 \text{ kg}/1000 \text{ kg}$  (0,2 libras/tonelada) de combustible a  $10 * 0,4536 \text{ kg}/1000 \text{ kg}$  (10 libras/tonelada), y de forma más preferida, de 0,4536 kg/1000 kg (1 libra/tonelada) de combustible a  $5 * 0,4536 \text{ kg}/1000 \text{ kg}$  (5 libras/tonelada) de alimentación de combustible al horno. Además, el dispensador de polímero superabsorbente es capaz de dispensar un polímero superabsorbente que tiene cualquiera de una diversidad de formas físicas, incluyendo una cualquiera de entre partículas, fibras, espumas, películas, perlas, varillas, lodos, suspensiones, soluciones y combinaciones de los mismos.

La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un diagrama de control de combustión aplicable a la quema de al menos dos combustibles, por separado o conjuntamente, en un sistema alimentado con combustibles fósiles 10 capaz de controlar las emisiones que puede utilizarse con cualquiera de los sistemas alimentados con combustibles fósiles 10 de la figura 1A, 1B y 1C. En la figura 3, los símbolos de control de forma similar pueden tener una diversidad de significados coherentes. Por ejemplo, los círculos pueden representar transmisores indicadores (por ejemplo, medidor de flujo, sensores de nivel, termopares, ... etc.); los rectángulos pueden representar uno cualquiera de entre una unidad de sustracción, un controlador proporcional, un controlador proporcional e integral, q summer y una unidad de retardo de señal; los rombos pueden representar generadores de señales manuales, y cuando se agrupan pueden representar una estación de control manual/automática que incluye una función de transferencia; y los trapecoides pueden representar una función de control final. Los significados específicos de los símbolos asociados con la figura 3 se presentan en las tablas siguientes.



<b>Tabla 1 Significado del símbolo para la porción del horno/caldera de la figura 3</b>	
Elemento N°	Descripción
50	Nivel de presión de vapor
52	Error de nivel de presión
54	Control de presión
56	Transferencia de un selector automático manual con sesgo (parte del maestro de caldera)
60	Generador de señal manual de un selector automático manual con sesgo
62	Generador de señal manual de un selector automático manual con sesgo
64	Límite cruzado de flujo de combustible
66	Límite cruzado de nivel de emisión
70	Error de flujo de aire
72	Control de flujo de aire
74	Transferencia de un selector automático manual
76	Generador de señal manual de un selector automático manual
80	Accionamiento de control de amortiguación de ventilador de tiro forzado

<b>Tabla 2 Significados de los símbolos para la porción de combustible/aire de la figura 3</b>	
Elemento N°	Descripción
82	Flujo de combustible B
84	Flujo de combustible A
86	Flujo de combustible
114	Flujo de aire
90	Controlador de combustión-combustible/aire
92	Demanda de flujo de combustible
94	Límite cruzado de flujo de aire
96	Límite cruzado de nivel de emisión
100	Error de flujo de combustible
102	Control de flujo de combustible
104	Transferencia de un selector automático manual
106	Generador de señal manual de un selector automático manual
110	Válvula de control de combustible A
112	Válvula de control de combustible B

<b>Tabla 3 Significados de símbolos para la porción de vapor-aceite de la figura 3</b>	
Elemento N°	Descripción
116	Diferencial de presión de vapor-aceite, $\Delta P$
120	Válvula de vapor de atomización

<b>Tabla 4 Significados de símbolos para la porción de emisiones de la figura 3</b>	
Elemento N°	Descripción
122	Nivel de emisiones
146	Flujo de agente de control de emisiones (EC)
124	Error de emisión
126	Límite cruzado de flujo de agente
130	Límite cruzado de flujo de combustible
132	Límite cruzado de flujo de aire
134	Error de flujo del agente EC
136	Control de flujo de agente EC
140	Transferencia de un selector automático manual
142	Generador de señal manual de un selector automático manual
144	Accionamiento de dispersador de agente EC

5 Como el sistema alimentado con combustibles fósiles 10 incluye una caldera o un generador de vapor 32, los flujos de combustible, los flujos de aire y los flujos del agente de control de emisiones (agente EC) se controlan a partir de la presión del vapor a través del maestro de caldera con el combustible y las emisiones se reajustan a partir del flujo de combustible, el flujo de aire, el nivel de emisión y el flujo de agente EC.

10 En general, la figura 3 se refiere a un aspecto de la presente divulgación que proporciona un procedimiento para operar un sistema alimentado con combustibles fósiles 10 mientras se controla la emisión del mismo. El procedimiento incluye las etapas siguientes (a) operar el sistema alimentado con combustibles fósiles 10 a un valor de referencia de demanda de carga prescrito, (b) proporcionar una cantidad prescrita de un agente de control de opacidad 18, (c) ajustar el valor de referencia de demanda de carga a un valor de referencia de demanda de carga prescrito diferente, (d) medir al menos la opacidad del gas de escape transmitido a la atmósfera, (e) comparar el valor medido y valor de referencia de opacidad prescrito al valor de referencia de demanda de carga prescrito diferente, (f) ajustar, si es apropiado, la cantidad prescrita de agente de control de opacidad proporcionado, y (g) repetir las etapas (c) a (f). La cantidad prescrita de agente de control de opacidad proporcionada es suficiente para controlar al menos una opacidad del gas de escape a un valor de referencia de opacidad prescrito mientras se opera al valor de referencia de demanda de carga prescrito. Después de ajustar el valor de referencia de demanda de carga prescrito a un valor de referencia de demanda de carga prescrito diferente, se comparan el valor medido y el valor de referencia de opacidad prescrito. Se hacen los ajustes apropiados, si es necesario, a la cantidad prescrita de agente de control de opacidad proporcionada, de forma que el valor medido y el valor de referencia prescrito de la, al menos la, opacidad sean sustancialmente los mismos.

25 Los solicitantes han encontrado inesperadamente que un polímero superabsorbente actúa como un agente de control de emisiones orgánicas 18 en general y, en particular, como un agente de control de opacidad. Un polímero superabsorbente adecuado puede seleccionarse de entre polímeros y materiales naturales, biodegradables, sintéticos y naturales modificados. El término reticulado utilizado con referencia al polímero superabsorbente se refiere a cualquier medio para hacer eficazmente materiales normalmente solubles en agua sustancialmente insolubles en agua pero hinchables. Los polímeros superabsorbentes incluyen reticulación interna y reticulación superficial.

30 Los polímeros superabsorbentes son conocidos por su uso en artículos sanitarios, así como en otras aplicaciones, tales como cables y fertilizantes. Superabsorbente se refiere a un material orgánico o inorgánico, hinchable en agua, insoluble en agua, capaz de absorber al menos 10 veces su peso y hasta 30 veces su peso en una solución acuosa que contiene el 0,9 por ciento en peso de solución de cloruro de sodio en agua. Un polímero superabsorbente es un polímero reticulado que es capaz de absorber grandes cantidades de líquidos acuosos y fluidos corporales, tales como orina o sangre, con hinchamiento y formación de hidrogeles, y de retenerlos bajo una determinada presión de acuerdo con la definición general de superabsorbente.

40 Los polímeros superabsorbentes que están actualmente disponibles comercialmente son ácidos poliacrílicos reticulados o polímeros de injerto de almidón-ácido acrílico reticulados, en los que algunos de los grupos carboxilo se neutralizan con solución de hidróxido de sodio o solución de hidróxido de potasio.

45 En una forma de realización de la presente invención, el polímero superabsorbente es un polímero reticulado que comprende del 55 al 99,9% en peso de monómeros que contienen un grupo ácido insaturado polimerizable; agente de reticulación interno; y agente de reticulación superficial aplicado a la superficie de la partícula. Dichos polímeros

superabsorbentes están disponibles comercialmente de Stockhausen Inc. o Stockhausen Louisiana LLC o Stockhausen GmbH & Co. KG.

5 El polímero superabsorbente de la presente invención se obtiene mediante la polimerización inicial del 55 al 99,9% en peso de monómeros que contienen grupos ácidos insaturados polimerizables. Los monómeros adecuados incluyen aquellos que contienen grupos carboxilo, tales como ácido acrílico, ácido metacrílico o ácido 2-acrilamido-2-metilpropanosulfónico, siendo preferidas en el presente documento mezclas de estos monómeros. Se prefiere que al menos el 50% en peso, y de forma más preferida al menos el 75% en peso, de los grupos ácidos sean grupos carboxilo. Se prefiere obtener polímeros obtenidos por polimerización de ácido acrílico o ácido metacrílico, cuyos grupos carboxilo se neutralizan en una medida del 50-80% en moles, en presencia de agentes de reticulación internos.

15 Otros monómeros que pueden utilizarse para la preparación de los polímeros absorbentes según la invención incluyen el 0-40% en peso de monómeros etilénicamente insaturados que pueden copolimerizarse con, por ejemplo, acrilamida, metacrilamida, acrilato de hidroxietilo, (met)acrilato de dimetilaminoalquilo, (met)acrilatos etoxilados, dimetilaminopropilacrilamida o cloruro de acrilamidopropiltrimetilamonio. Más del 40% en peso de estos monómeros puede afectar a la capacidad de hinchamiento de los polímeros.

20 El agente de reticulación interno tiene al menos dos dobles enlaces etilénicamente insaturados o un doble enlace etilénicamente insaturado y un grupo funcional que es reactivo frente a grupos ácidos de los monómeros que contienen grupos ácido insaturados polimerizables o varios grupos funcionales que son reactivos frente a grupos ácidos pueden utilizarse como el componente de reticulación interna y que está presente durante la polimerización de los monómeros que contienen grupos ácido insaturados polimerizables.

25 Los polímeros absorbentes están reticulados en su superficie después de la polimerización. La reticulación superficial es cualquier proceso que aumente la densidad de reticulación de la matriz polimérica en la proximidad de la superficie de la partícula superabsorbente con respecto a la densidad de reticulación del interior de la partícula. Los polímeros absorbentes se reticulan generalmente en su superficie mediante la adición de un agente de reticulación superficial. Los agentes de reticulación superficial preferidos incluyen productos químicos con uno o más grupos funcionales que son reactivos frente a los grupos colgantes de las cadenas poliméricas, generalmente los grupos ácidos. El contenido de los agentes de reticulación superficial es del 0,01 al 5% en peso, y preferentemente del 0,1 al 3,0% en peso, con respecto al peso del polímero seco. Preferentemente se realiza una etapa de calentamiento después de la adición del agente de reticulación superficial.

35 Si bien, a modo de ejemplo de la forma física de los polímeros superabsorbentes se utilizan partículas, la invención no se limita a esta forma y puede aplicarse a otras formas tales como fibras, espumas, películas, perlas, varillas, lodos, suspensiones, soluciones y similares. Según la invención, el tamaño medio de partícula de los polímeros superabsorbentes es de al menos 200  $\mu\text{m}$  y más probablemente de al menos 250  $\mu\text{m}$ .

40 A veces es deseable emplear aditivos de superficie que desempeñen varias funciones durante las modificaciones superficiales. Por ejemplo, un solo aditivo puede ser un tensioactivo, un modificador de la viscosidad y reaccionar dando cadenas de polímero reticuladas.

45 Los polímeros según la invención se preparan preferentemente por medio de dos procedimientos. Los polímeros se pueden preparar de forma continua o discontinua industrialmente a gran escala mediante el proceso conocido mencionado anteriormente, realizándose en consecuencia la reticulación posterior según la invención.

50 Según el primer procedimiento, el monómero parcialmente neutralizado, preferentemente ácido acrílico, se convierte en un gel mediante polimerización por radicales libres en solución acuosa en presencia de agentes de reticulación y, opcionalmente, componentes adicionales, y el gel se tritura, se seca, se muele y se selecciona por tamizado el tamaño de partícula deseado. Esta polimerización en solución puede llevarse a cabo de forma continua o discontinua.

55 También se puede utilizar polimerización en suspensión y emulsión inversa para la preparación de los productos según la invención. Según estos procesos, una solución acuosa, parcialmente neutralizada, de monómeros, preferentemente ácido acrílico, se dispersa en un disolvente orgánico hidrófobo con la ayuda de coloides protectores y/o emulsionantes, y la polimerización se inicia con iniciadores por radicales libres. Los agentes de reticulación interna se disuelven en la solución de monómero y se dosifican junto con esta, o se añaden por separado y opcionalmente durante la polimerización. La adición de un polímero hidrosoluble como la base del injerto tiene lugar opcionalmente a través de la solución de monómero o por introducción directa en la fase oleosa. A continuación se elimina el agua azeotrópicamente de la mezcla, y el polímero se filtra y, opcionalmente, se seca. La reticulación interna se puede llevar a cabo mediante polimerización en un agente de reticulación polifuncional disuelto en la solución de monómero y/o por reacción de agentes de reticulación adecuados con grupos funcionales del polímero durante las etapas de polimerización.

65

Según la invención, el polímero superabsorbente se utiliza en forma de partículas discretas. Las partículas de polímero superabsorbente pueden tener cualquier forma adecuada, por ejemplo, espiral o semiespiral, cúbica, en forma de varilla, poliédrica, etc. Las formas de partículas que tienen una relación elevada de dimensión más grande/dimensión más pequeña, tales como agujas, copos o fibras, también se contemplan para su uso en el presente documento. También se pueden utilizar conglomerados de partículas de polímeros superabsorbentes.

Pueden utilizarse simultáneamente juntos varios polímeros superabsorbentes diferentes que difieren, por ejemplo, en su velocidad de absorción, permeabilidad, capacidad de almacenamiento, absorción bajo presión, distribución del tamaño de partícula o composición química.

Los polímeros según la invención se emplean en muchos productos, incluidos dispositivos de horno tales como calderas. Los polímeros superabsorbentes se introducen directamente en la caldera o se aplican al carbón antes de la introducción del carbón en la caldera.

El polímero superabsorbente se aplica al carbón en una cantidad de  $0,02 * 0,4536$  kg a  $100 * 0,4536$  kg (0,02 a 100 libras) de polímero superabsorbente por 1000 kg (1 tonelada) de carbón, preferentemente de  $0,2 * 0,4536$  kg a  $10 * 0,4536$  kg (0,2 a 10 libras) de polímero superabsorbente por 1000 kg (1 tonelada) de carbón, y de la forma más preferida de  $0,4536$  kg a  $5 * 0,4536$  kg (1 a 5 libras) de polímero superabsorbente por 1000 kg (1 tonelada) de carbón. Como se puede apreciar, aumentar la cantidad de polímero superabsorbente para el carbón tiene un valor decreciente sobre la mejora de los resultados en el horno alimentado con combustibles fósiles. En una forma de realización, el polímero superabsorbente se espolvorea sobre el carbón que se mantiene en lo que se denomina tanques y se deja sedimentar y absorber agua u otros fluidos. A continuación, el carbón se retira del tanque y se transporta por medio de una cinta transportadora a un molino de bolas u otro tipo de equipo de molido o pulverización para convertir el carbón en partículas de tamaño adecuado para la combustión. Generalmente, el carbón se muele hasta un tamaño de partícula de 1 a 10  $\mu\text{m}$ , y el polímero superabsorbente que contiene carbón molido se utiliza posteriormente como combustible. Cuando se incorpora un dispersante o coagulante u otro material antes del polímero absorbente, generalmente se aplica como una solución, pero se puede aplicar en forma sólida si su solubilidad es tal que permite que se disuelva de forma relativamente rápida dentro de la caldera o en el carbón. A menudo se prefiere que los tamaños de partícula y las cantidades del polímero absorbente y de la torta del filtro sean tales que la cantidad se ajuste para reducir las emisiones de contaminantes. Por ejemplo, esto se logra mediante la adición del 0,001% (seco sobre seco) de partículas de polímero que tienen un tamaño de partícula promedio de 200  $\mu\text{m}$  al carbón, o inyectando el superabsorbente directamente en la caldera.

La cantidad de polímero que se aplica es generalmente de al menos el 0,01% y preferentemente de al menos el 0,5% del peso del carbón utilizado en el horno alimentado con combustibles fósiles. Una ventaja particular de la invención es que, a pesar del carácter desagradable de la masa húmeda, se pueden obtener buenos resultados con cantidades muy bajas de polímero superabsorbente, a menudo inferiores al 0,3% o al 0,4%, y a menudo inferiores al 0,15% o al 0,2%. Estas cantidades son de polímero superabsorbente seco a base de partículas secas en peso del carbón.

En un aspecto, la presente invención consiste en proporcionar un combustible que puede utilizarse en un sistema alimentado con combustibles fósiles 10 para controlar las emisiones transmitidas por el sistema alimentado con combustibles fósiles 10 a la atmósfera. El combustible incluye al menos un material combustible y un agente de control de emisiones orgánicas 18. El agente de control de emisiones 18 es capaz de interactuar con uno de entre el combustible, los productos de combustión del combustible y el combustible y los productos de combustión para reducir la emisión de al menos un aspecto del gas de escape. De esta forma, se controlan las emisiones transmitidas por el sistema alimentado con combustibles fósiles a la atmósfera.

En otro aspecto alternativo, la presente invención consiste en proporcionar un combustible que puede utilizarse en un sistema alimentado con combustibles fósiles 10 para controlar la opacidad de los productos de combustión transmitidos por el sistema alimentado con combustibles fósiles 10 a la atmósfera. El combustible incluye al menos un combustible fósil y al menos un agente de control de opacidad. El agente de control de opacidad es capaz de interactuar con uno de entre el combustible, los productos de combustión del combustible y el combustible y los productos de combustión para reducir la opacidad del gas de escape transmitido por el sistema de combustión de combustible fósil a la atmósfera. De esta forma, se controla al menos la opacidad del gas de escape que el sistema alimentado con combustibles fósiles transmite a la atmósfera.

Se analiza el funcionamiento del sistema alimentado con combustibles fósiles 10 con referencia a la figura 4, que es un esquema que muestra una integración de un sistema de preparación de combustible 24 que incluye un sistema de preparación de combustible bruto 26 y un sistema de preparación de combustible refinado 28, un horno 14 y una descarga 16. Se muestra una pluralidad de dispensadores de agente de control de emisiones 12. La operación se analiza en el contexto de un sistema alimentado con carbón.

Se procesa carbón bruto de una serie de fuentes a través de un sistema de secador y triturador (sistema de preparación de combustible bruto 26). Durante este procesamiento y transporte, puede añadirse un agente de control de emisiones orgánicas 18 al carbón utilizando un dispensador 12. Además, el carbón de una serie de

fuentes puede mezclarse extrayendo proporcionalmente el carbón de la serie de fuentes simultáneamente. El carbón triturado se suministra a uno o más tanques (solo se muestra un tanque en la figura 4).

El carbón refinado de la serie de tanques se procesa a través de un sistema de pulverización (sistema de preparación de combustible refinado 28). Durante este procesamiento y transporte, si aún no se ha hecho, o si fueran beneficiosas cantidades adicionales, se puede añadir un agente de control de emisiones orgánicas 18 al carbón utilizando un dispensador 12'. Además, el carbón refinado de la serie de tanques se puede mezclar extrayendo proporcionalmente carbón triturado y/u otro combustible tal como, por ejemplo, coque de petróleo, de la serie de tanques simultáneamente. El carbón pulverizado se suministra a uno o más contenedores. (Solo se muestra un contenedor en la figura 4).

El carbón pulverizado de la serie de contenedores se alimenta a través de una serie de quemadores al horno 14. Si aún no se ha hecho, o si fueran beneficiosas cantidades adicionales, se puede añadir un agente de control de emisiones orgánicas 18 al horno 14 utilizando un dispensador 12".

Los productos de combustión se hacen pasar a través de un banco de convención, y algo del gas de escape se recircula al horno. El resto del gas de escape se dirige a través de la descarga 16 a la atmósfera. La descarga 16 puede incluir uno cualquiera de entre un colector de partículas, un depurador seco, un filtro de mangas para capturar componentes de las emisiones y combinaciones de los mismos. Si aún no se ha hecho, o si fueran beneficiosas cantidades adicionales, se puede añadir un agente de control de emisiones orgánicas 18 a la descarga 16 utilizando un dispensador 12". Aunque se representa como en comunicación con el apilamiento, el dispensador 12" puede estar en comunicación con uno cualquiera del colectores de partículas, el depurador seco, un filtro de mangas, el apilamiento y combinaciones de los mismos. Un monitor de emisiones 20 detecta e informa sobre el nivel de emisiones para los componentes de interés requeridos por la ley.

Los sistemas alimentados con combustibles fósiles, así como los sistemas de preparación de combustibles, sistemas de preparación de combustible bruto, el sistema de preparación de combustible refinado, hornos, descargas y sistemas de control se muestran en el libro titulado "Steam: Its Generation and Use", 39ª edición, derechos de autor de Babcock & Wilcox Company en 1978. Además, una caldera alimentada con combustibles fósiles se muestra en la patente de Estados Unidos 6.488.740. Además, se muestra una instalación alimentada con combustibles fósiles en el artículo titulado "B&W's Advance Coal-fired Low Emission Boiler System Commercial Generating Unit and Proof-of-Concept Demonstration presented to ASME International Joint Power Generation Conference" que tuvo lugar del 3 al 5 de noviembre de 1997 en Denver, Colorado, Estados Unidos.

### Ejemplo 1

El superabsorbente se aplica al carbón antes de procesar el carbón por medio de un molino de bolas para que tenga un tamaño de 1 a 10 mm. La mezcla se pulveriza y se transporta, arrastrada en el aire a partir de los materiales pulverizados, como combustible a la cámara de combustión de una caldera de una central eléctrica. No hay evidencia de obstrucción del pulverizador u otras partes del aparato a través de las cuales el producto se transporta desde el mezclador hasta la caldera. Se encontró que las emisiones de la caldera se redujeron.

### Ejemplo 2

Se realizó un ensayo piloto en la estación de generación Ratts de Hoosier Energy REC, Inc. en Pike County, Indiana. La instalación alimentada con carbón es capaz de producir 250.000 kilovatios de electricidad con generadores de turbina gemelos. La estación generadora está equipada con controles y monitores ambientales; estos incluyen precipitadores para la eliminación de cenizas volantes. La mayor parte del combustible para la instalación es carbón de Indiana con contenido moderado de azufre que se quema a aproximadamente 12000 \* 1055 J (12.000 BTU) por 0,4536 kg (1 libra) y se extrae dentro de un radio de 20 \* 1,609 km (20 millas) de la estación generadora.

Tabla 5 - Datos técnicos de ENVIROSORB 1880	
Capacidad de retención (Procedimiento de ensayo N° Q3T013):	28,5 - 35,0 g/g
Absorbencia bajo carga, [0,9 psi] (Procedimiento de ensayo N° Q3T027):	18,0 g/g min.
Tamaño de partícula: 100-850 micrómetros (Procedimiento de ensayo N° Q3T015)	
% sobre malla 20 [850 µm]	máximo 2,0%
% sobre malla 50 [300 µm]	máximo 95%
% sobre malla 100 [150 µm]	máximo 30%
% a través de malla 100 [150 µm]	máximo 3%
Densidad aparente (Procedimiento de ensayo N° Q3T014):	530 - 725 g/l

<b>Tabla 5 - Datos técnicos de ENVIROSORB 1880</b>	
Contenido de humedad (Procedimiento de ensayo N° Q3T028):	máximo 5,0%
Monómero residual (Procedimiento de ensayo N° Q3T016):	máximo 1000 ppm

5 Utilizando un alimentador de tornillo (Modelo N° 105 - HX, fabricado por Acrison Inc.) aproximadamente 3 \* 0,4536 kg/1000 kg (3 libras/tonelada) de carbón de un polímero superabsorbente comercializado con la denominación comercial ENVIROSORB 1880 se añadieron antes de procesar el carbón bruto utilizando una trituradora. Los datos técnicos relacionados con el polímero superabsorbente ENVIROSORB 1880 se presentan en la tabla 5 y algunas características de combustión se presentan en la tabla 6.

<b>Tabla 6 - Características de combustión de ENVIROSORB 1880</b>		
	Resultados	Procedimiento de ensayo
Porcentaje de ceniza	39%	EPA 160.4
Porcentaje de sodio, en peso	16%	
2326 J/kg (1 BTU/lb)	5830*2326 J/kg (5830 BTU/lb)	
2326 J/kg (1 BTU/lb)	5900-6000 * 2326 J/kg (5900-6000 BTU/lb)	
2326 J/kg (1 BTU/lb)	Depende del contenido de agua	
TCLP de semivolátiles	No detectable (<0,1 mg/l)	Procedimiento EPA 8270B
TCLP de volátiles	Por debajo del detectable (<0,05 mg/l)	Procedimiento EPA
Cianuro reactivo	No detectable (<0,5 mg/l)	
Sulfuro reactivo	No detectable (<25 mg/l)	
Arsénico	No detectable	Procedimiento EPA 6010A/7470A
Bario	"	"
Cadmio	"	"
Cromo	"	"
Plomo	"	"
Selenio	"	"
Plata	"	"
Mercurio	"	"

**Tabla 7 - Datos promedio de seis minutos para la opacidad antes, durante y después de que el agente de control de emisiones se haya añadido al suministro de combustible**

Hora =>	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100
	-0900	-1000	-1100	-1200	-1300	-1400	-1500	-1600	-1700	-1800	-1900	-2000	-2100	-2200
Minuto														
01-06	35,7	37,9	36,2	33,1	32,7	31,3	36,2	31,4	29,3	29,4	30,7	39,2	33,4	33,7
07-12	37,3	36,7	35,7	33,2	33,2	34	30,5	30,4	30	31,5	31,1	29,1	36,3	36,3
13-18	36	38,4	34,1	33,4	34,2	32,8	30,7	30,1	36,1	30,7	32,8	38,6	31,8	33,6
19-24	43,4	37,4	35,5	33,5	34,1	32,5	29,9	31,4	32,5	31,9	35,2	33,6	34,5	33,3
25-30	40,1	35,2	36,2	32,6	33,1	31,4	29,7	29,4	32,4	30,3	35,5	34,1	36,1	28,5
31-36	38,2	34,6	40,9	35,7	36,6	32,5	30,1	30,3	28	31,5	34,7	35,3	36,6	32,8
37-42	36,3	38,3	35,6	34,6	34,4	30,9	29,6	30,2	33,9	31,4	34	34,8	36,2	27,2
43-48	35,5	39,8	36,2	35	32,8	33,7	30,3	32,3	31,6	34,9	34,7	36,3	32,6	32,1
49-54	34,1	37,2	33,3	36,2	32,8	31,3	30,2	32,2	30	32,8	34,3	35,6	30,6	28,4
55-60	35,6	37,6	34	34,9	32	31,1	28,6	31,3	29,8	33,1	34,7	35,3	30,4	23,8
<b>Promedio por hora</b>	<b>37,22</b>	<b>37,31</b>	<b>35,77</b>	<b>34,22</b>	<b>33,59</b>	<b>32,15</b>	<b>30,58</b>	<b>30,9</b>	<b>31,36</b>	<b>31,75</b>	<b>33,77</b>	<b>35,19</b>	<b>33,85</b>	<b>30,97</b>
Desviación estándar	2,74	1,53	2,08	1,22	1,30	1,11	2,06	0,96	2,43	1,56	1,68	2,79	2,43	3,82
Promedio máximo por hora		37,31	a 0900											
			-1000											
Promedio mínimo por hora		30,58	a 1400											
			-1500											
Reducción de opacidad (%)		6,73												

5 Se prepararon aproximadamente ocho horas de carbón. La opacidad de la emisión expulsada a la atmósfera se supervisó en continuo utilizando un sistema de supervisión en continuo de opacidad (COMS) Spectrum 41. Los resultados de los datos promedio de seis minutos para la opacidad antes, durante y después de la adición del agente de control de emisiones de polímero superabsorbente al suministro de combustible se presentan en la tabla 7. Los datos demuestran que al menos la opacidad de las emisiones se redujo por medio de la adición del agente superabsorbente de control de emisiones de polímeros. Además, se consideró que la planta podía operar más cerca de la capacidad de carga operativa sin la preocupación de alcanzar o superar el límite de opacidad.



**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Combustible que puede utilizarse en un sistema alimentado con combustibles fósiles (10) para controlar las emisiones transmitidas por el sistema alimentado con combustibles fósiles (10) a la atmósfera, comprendiendo el combustible:
- a. al menos un material combustible; y
  - 10 b. un agente de control de emisiones orgánicas (18), en el que el agente de control de emisiones orgánicas es capaz de interactuar con uno de entre el combustible, los productos de combustión del combustible y el combustible y los productos de combustión a fin de reducir la emisión de al menos un aspecto del gas de escape, controlando así las emisiones transmitidas por el sistema alimentado con combustibles fósiles (10) a la atmósfera,
- 15 en el que un polímero superabsorbente actúa como agente de control de emisiones orgánicas (18),  
en el que el combustible fósil es carbón
- y en el que el polímero superabsorbente se aplica al carbón en una cantidad de 0,0091 kg de polímero superabsorbente por 1000 kg de carbón (0,02 libras por tonelada) a 45,36 kg de polímero superabsorbente por 1000  
20 kg de carbón (100 libras por tonelada),
- caracterizado porque el tamaño de partícula promedio del polímero superabsorbente es de al menos 200 µm.
- 25 2. Un proceso para limitar la descarga de contaminantes atmosféricos emitidos a partir de procesos de combustión que comprende la etapa de añadir un polímero superabsorbente a un sistema alimentado con combustibles fósiles durante el proceso de combustión, en el que el polímero superabsorbente se añade al combustible antes de transportar el combustible a un horno, en el que la cantidad de polímero superabsorbente añadida al proceso de combustión es del 0,001% en peso al 5% en peso del combustible utilizado en el proceso de combustión, teniendo el polímero superabsorbente un tamaño de partícula promedio de al menos 200 µm.