

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 465 068**

51 Int. Cl.:

**F23D 1/02** (2006.01)

**F23N 5/00** (2006.01)

**F23N 5/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2010 E 10729831 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.05.2014 EP 2446193**

54 Título: **Procedimiento para regular un proceso de combustión, en especial en una cámara de fuego de un generador de vapor en el se quema materia fósil, y sistema de combustión**

30 Prioridad:

**24.06.2009 DE 102009030322**

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

**05.06.2014**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München , DE**

72 Inventor/es:

**BEHMANN, MATTHIAS;  
SPÄTH, TILL y  
WENDELBERGER, KLAUS**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 465 068 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**

Procedimiento para regular un proceso de combustión, en especial en una cámara de fuego de un generador de vapor en el se quema materia fósil, y sistema de combustión.

5 La invención se refiere a un procedimiento para regular un proceso de combustión, en especial en una cámara de fuego de un generador de vapor en el se quema materia fósil, en el que se establecen valores de medición analizados tridimensionalmente en la cámara de fuego. La invención se refiere además a un sistema de combustión correspondiente.

10 Durante el proceso de combustión de un generador de vapor, como se conoce por ejemplo del documento US 2007/122757 A, primero se trata el combustible (por ejemplo molienda del carbón en el molino de carbón, precalentamiento del aceite de calefacción, etc.) y después se alimenta controlado con el aire de combustión a la cámara de combustión, de forma correspondiente a la necesidad de calor de la instalación en ese momento. La introducción del combustible en la cámara de fuego se realiza con ello en diferentes partes del generador de vapor, en los llamados quemadores. También la alimentación del aire se realiza en diferentes puntos. En los propios quemadores tiene también siempre lugar una alimentación de aire. Además de esto pueden darse alimentaciones de  
15 aire, en puntos en los que no afluya ningún combustible a la cámara de fuego.

A continuación existe la tarea de guiar el proceso de combustión de tal modo, que éste se produzca lo más eficientemente posible, con poco desgaste y/o con las menores emisiones posibles. Los parámetros de influencia fundamentales típicos para el proceso de combustión de un generador de vapor son:

- \* Distribución del combustible entre los diferentes quemadores
- 20 \* Distribución de los aires de combustión entre las diferentes regiones de quema
- \* Caudal másico total del aire de combustión
- \* Calidad del tratamiento de combustible (por ejemplo fuerza de molienda, número de revoluciones del cernedor, temperatura del cernedor de los molinos de carbón)
- \* Realimentación del gas de combustión
- 25 \* Posición de quemadores basculantes

30 Estas magnitudes de influencia se ajustan normalmente en el momento de la puesta en marcha del generador de vapor. Con ello, según las condiciones marco operacionales se imponen en primer plano diferentes objetivos de optimización, como un grado de eficacia máximo de la instalación, unas emisiones mínimas (Nox, CO, ...), un contenido mínimo de carbón en las cenizas (completamiento de la combustión). Mediante la variabilidad temporal de los parámetros de proceso – en especial las características fluctuantes del combustible (potencia calorífica, necesidad de aire, comportamiento de encendido, etc.) – son necesarias sin embargo una vigilancia y una adaptación constantes del proceso de combustión. En instalaciones técnicas se vigila la combustión, por lo tanto, mediante instalaciones de técnica de medición y las magnitudes de influencia disponibles se modifican mediante intervenciones de regulación, conforme a la situación de combustión detectada en ese momento.

35 La variación de los parámetros de influencia durante el funcionamiento de la instalación, sin embargo, sólo se lleva a cabo en una medida muy limitada. La razón para ello es que a causa de las elevadas temperaturas, así como del entorno con mucho desgaste químico y mecánico, sólo se dispone de pocos resultados de medición a casi ninguno con la calidad suficiente procedentes del entorno próximo a la combustión. Por ello sólo pueden utilizarse para la regulación de combustión datos de medición que se recojan en el recorrido del gas de combustión, muy lejos de la  
40 combustión. Los datos de proceso sólo están de este modo disponibles con retraso y sin una referencia especial a los diferentes elementos de ajuste para optimizaciones según la técnica de regulación. A causa de las grandes dimensiones de grandes quemados técnicos, las mediciones puntuales disponibles no son además con frecuencia representativas y no reproducen una imagen diferenciada de la situación real tridimensional del proceso.

45 Debido a que en muchos casos no es posible una regulación, respectivamente optimización, del proceso de combustión, se ajustan los parámetros de proceso (por ejemplo excedente de aire) a una distancia suficiente de los límites técnicos de proceso. Esto provoca pérdidas a causa de un funcionamiento con una reducida eficiencia de proceso, un mayor desgaste y/o mayores emisiones.

Una regulación y una optimización del proceso de combustión, dado el caso existentes, se llevan a cabo según el estado actual de la técnica con diferentes planteamientos:

- regulación del caudal másico total del aire sobre la base de una medición del contenido de oxígeno en la corriente de gas de combustión.

- Regulación de la relación entre aire de combustión y superior, sobre la base de una medición de Nox y dado el caso CO en la corriente de gas de combustión.

5 - En el caso de calderas de carbón, el caudal másico de combustible alimentado se mide como número de revoluciones de la cinta de distribución, con la que se transporta el carbón hasta el molino de carbón. La distribución exacta de la corriente de carbón entre los quemadores alimentados por este molino a menudo no se detecta con  
10 ello. Por ello se supone que cada quemador soporta una proporción fija de caudal másico de combustible y ajusta de forma correspondiente el aire de combustión. Sin embargo, existen diferentes sistemas de medición, con cuya ayuda pueden detectarse las corrientes de carbón de los diferentes quemadores. De este modo se hace posible una regulación más precisa del aire, en la que el caudal másico de aire por quemador se adapta al caudal másico de carbón correspondiente.

15 - En el caso de calderas que estén equipadas con una windbox, al principio también se desconoce el caudal másico de aire para cada alimentación de aire. Para poder llevar a cabo aún así una regulación de aire para cada alimentación de aire, se detectan mediante técnica de medición las diferencias de presión a través de las diferentes válvulas de aire y, a partir de estos datos de medición, se calculan los caudales másicos de aire. De este modo es a su vez posible una regulación de los caudales másicos de aire más precisa, ajustada al combustible.

20 - Se utilizan redes neuronales para aprender la relación entre las diferentes magnitudes de influencia y los datos de medición de proceso. Sobre la base del modelo neuronal del generador de vapor que se obtiene de este modo se lleva a cabo después una optimización del proceso de combustión.

- En la solicitud de patente EP 1 850 069 B1 se definen un "procedimiento y un circuito de regulación para regular un proceso de combustión", en donde se utiliza una detección gráfica del proceso de combustión en los quemadores para entrenar redes neuronales, con cuya ayuda después se lleva a cabo una optimización de la combustión.

25 - Para hacer frente a las grandes dilataciones tridimensionales de las grandes quemas se detectan parcialmente importantes magnitudes de proceso, como la concentración de oxígeno en el gas de combustión, mediante mediciones de rejilla a la salida de la caldera. En una medida limitada pueden sacarse de este modo conclusiones sobre la distribución tridimensional de las magnitudes de proceso en el proceso de combustión.

30 Se hace posible una optimización todavía más amplia de la combustión si se utiliza un sistema de medición que analice tridimensionalmente, con cuya ayuda pueden ponerse a disposición datos de medición desde la proximidad inmediata de la combustión.

La tarea de la presente invención consiste en indicar un procedimiento mejorado para regular un proceso de combustión, en el que se utilizan valores de medición analizados tridimensionalmente en la cámara de fuego. Otra tarea consiste en indicar un sistema de combustión correspondiente.

35 Estas tareas son resueltas mediante las particularidades de las reivindicaciones de patente independientes. En las reivindicaciones de patente subordinadas se reproducen en cada caso configuraciones ventajosas.

Las particularidades fundamentales de la invención pueden resumirse como sigue:

- Las informaciones de medición tridimensionales se transforman en magnitudes de estado valorables según técnica de regulación.

40 - Para estas magnitudes de estado se definen a continuación unos valores nominales, que describen el comportamiento operacional deseado.

- Estas magnitudes de estado se utilizan después como valores reales para circuitos de regulación, en especial convencionales, y allí se comparan con los valores nominales prefijados.

- Las diferencias de regulación así formadas se alimentan a unos reguladores, que después establecen variaciones necesarias de las magnitudes de ajuste.

45 - Las salidas de regulador se distribuyen entre los elementos de ajuste disponibles, en donde tiene lugar una retro-transformación de las salidas de regulador a los elementos de ajuste disponibles, ya que el resultado de las salidas de regulador tiene que adaptarse a la instalación.

La invención utiliza de este modo una detección mejorada del estado actual de procesos de quema, mediante el uso de al menos una técnica de medición con margen de detección que analiza tridimensionalmente, para la determinación cuantitativa de los productos de combustión después de la combustión en el interior de la instalación de quema para una regulación de proceso más diferenciada y rápida. Una ventaja fundamental de la invención consiste en que las complejas distribuciones de valores de medición de la técnica de medición, que analiza tridimensionalmente, pueden tratarse mediante la transformación a magnitudes de estado o regulación sencillas, con base en reguladores convencionales. De este modo se consigue una cooperación óptima entre los conceptos de regulación de nueva definición y la compleja técnica de medición instalada. Sin embargo, mediante las estructuras de regulación mejoradas de este modo se materializa en especial un proceso de combustión que se desarrolla lo más eficientemente posible, con poco desgaste y con las menores emisiones posibles.

En una primera variante de ejecución, las magnitudes de estado se establecen con base en informaciones estadísticas de los valores de medición analizados tridimensionalmente. Esto tiene la ventaja de que aquí puede comprimirse la enorme variedad de información a través de las distribuciones disponibles, por ejemplo de temperatura o concentración. Pueden aplicarse ponderaciones y utilizarse otros métodos del tratamiento de imágenes. Otra ventaja consiste en que, de este modo y manera, se obtienen unas magnitudes de proceso con las que puede describirse y regularse el proceso de combustión.

Otras variantes de ejecución se refieren al establecimiento de valores nominales. La ventaja a la hora de fijar los valores nominales consiste en que puede prefijarse un objetivo de optimización de forma concreta y generalmente comprensible. Por medio de esto puede describirse el deseado comportamiento óptimo de la instalación de forma clara y lógica. El gestor de la instalación tiene en todo momento la posibilidad de definir de nuevo el punto de trabajo óptimo, mediante la variación de los valores nominales, por ejemplo dar un mayor peso a unas emisiones mínimas a costa de un peor grado de eficacia.

La distribución de las salidas de regulador entre los elementos de ajuste se optimiza en una variante de ejecución con ayuda de una red neuronal. Las intervenciones de ajuste pueden ajustarse además en fino con ayuda de la red neuronal. Por medio de esto se consigue una regulación especialmente inteligente y exacta, que sea robusta frente a la variación de influencias externas, por ejemplo una calidad de combustible variable.

A continuación se describe con más detalle la invención con base en un ejemplo de ejecución representado en el dibujo. Con ello muestra la

figura un esquema para aclarar la regulación de combustión conforme a la invención.

La cámara de fuego FR de una central de energía o de otra instalación técnica, en la que tiene lugar un proceso de combustión, está equipada con un sistema de medición que analiza tridimensionalmente (designado con MS en la figura). Con ello puede tratarse de cualquier sistema de medición, con cuya ayuda pueden ponerse a disposición datos de medición desde la proximidad inmediata de la combustión. Ejemplos de tales sistemas de medición son:

- Cámaras de cámara de fuego, con cuya ayuda puede detectarse el proceso de combustión en la cámara de fuego. Con ello pueden obtenerse informaciones adicionales sobre la combustión a través de un análisis espectral de la luz emitida por las llamas.

- Disposición formada por láseres y detectores correspondientes. Aquí se dirigen rayos láser a través de la cámara de fuego sobre fotodetectores. El análisis espectral de los rayos láser que vuelven a salir de la cámara de fuego entrega, a causa de la absorción de determinadas longitudes de onda, una información sobre la propia combustión. Si los rayos láser se envían en forma de rejilla por diferentes recorridos a través de la cámara de fuego, la información de medición puede analizarse tridimensionalmente.

Para la selección de la técnica de medición es decisivo que sea adecuada para determinar características esenciales de la combustión con análisis tridimensional. Las mediciones se llevan a cabo con ello por ejemplo sobre una sección transversal de la cámara de fuego, cerca del proceso de combustión. Los valores de medición establecidos caracterizan la combustión con base en características, como por ejemplo concentraciones locales (CO, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, ...) y temperatura.

En todos los casos se obtiene un gran número de los más diferentes valores de medición, en función de coordenadas tridimensionales. A la entrada del sistema de regulación conforme a la invención no se conectan de este modo valores de medición aislados, sino distribuciones de valores enteras de forma similar a un modelo bi o tridimensional.

En el marco de una transformación de variables VT estos datos, caracterizados en la figura mediante M valores de medición MW, se transforman en un primer paso en magnitudes de estado valorables mediante técnica de

regulación. La información tridimensional sobre la cámara de fuego se reproduce aquí en números indicadores aislados y de este modo se comprime.

Para la derivación de las diferentes magnitudes de estado desde la información de medición tridimensional se valoran normalmente los puntos siguientes:

- 5 a) valores medios ponderados con acentuación, respectivamente supresión, de partes del espacio detectado mediante técnica de medición,
- b) el valor medio de la magnitud de medición a través del espacio detectado mediante técnica de medición,
- c) posición tridimensional del punto central de los valores de medición,
- d) números indicadores estadísticos para modelos de distribución tridimensionales.

10 Para las magnitudes de estado valorables mediante técnica de regulación puede definirse un objetivo de optimización como valor nominal. Aparte de esto estas magnitudes de estado, en unión a informaciones de medición y proceso habituales y disponibles en cuanto a técnica de conducción, caracterizan el estado de funcionamiento actual del proceso de combustión.

15 Mediante la transformación de variables VT descrita se convierte una cantidad cualquiera de M valores de medición MW en una cantidad a su vez cualquiera de N magnitudes de regulación RG, en donde M y N representan números naturales y N normalmente es inferior a M. En el caso de las magnitudes de regulación RG se trata de magnitudes de estado, que a continuación se utilizan como valores reales para reguladores aislados.

Las N magnitudes de regulación se alimentan a N reguladores R. Esto se ha representado en la figura con base en el módulo de regulación, que contiene un substractor y otros módulos según la técnica de regulación como por ejemplo un regulador PI. Aquí se trata de un módulo de regulación habitual, que dado el caso ya existe en la instalación técnica a regular. También puede tratarse de un módulo de regulación multi-magnitud, según la variante de ejecución. El módulo de regulación aquí contemplado presenta además una entrada ESW para el valor nominal de la magnitud de estado derivada. Ésta o bien se prefija manualmente, es constante o se prefija en función de la carga y debe caracterizar el comportamiento operacional deseado. Asimismo, aparte de la entrada ERG para la magnitud de regulación RG existe otra entrada EPG para otras magnitudes de medición de proceso cualesquiera PG, que se detectan por fuera del sistema de medición que analiza tridimensionalmente. Dentro del regulador se forma la diferencia de regulación entre el valor nominal y el real, se varía la diferencia de regulación mediante las otras magnitudes de proceso, por ejemplo mediante la adaptación de la intensificación del regulador en función de la situación de carga actual, y se alimenta al regulador disponible (aquí regulador PI), que establece las modificaciones necesarias de las magnitudes de ajuste. Esta señal se aplica a la salida ARA del regulador.

Si a continuación se dispone de N reguladores, existen en este punto N valores para las salidas de regulación RA (véase la figura). A continuación es válido transformar en una retro-transformación RT estas señales RA de la cantidad N, designadas como salidas de regulación, de tal modo que una cantidad determinada de K elementos de ajuste obtenga en cada caso la señal de ajuste que es necesaria para alcanzar el objetivo de regulación. En otras palabras, de las salidas de regulación RA de los N reguladores es necesario a continuación derivar intervenciones de regulación para diferentes elementos de ajuste, con las que puede influirse favorablemente en el proceso de combustión. Aquí puede realizarse una intervención de regulación con diferente intensidad entre varios elementos de ajuste.

Elementos de ajuste son por ejemplo las aberturas de clapetas de aire dispuestas en la cámara de combustión. En la unidad de cálculo RT tiene lugar la división de N salidas de regulación entre K elementos de ajuste (N, K en cada caso números naturales). Aquí también se tienen en cuenta magnitudes de medición de proceso PG, que se detectan por fuera del sistema de medición que analiza tridimensionalmente. Para la retro-transformación de las salidas de regulación a las magnitudes de ajuste disponibles es especialmente ventajoso que la división de las salidas de regulador entre los elementos de ajuste se lleve a cabo de modo y forma óptimos, de tal modo que por ejemplo pueda tener lugar una minimización de los valores de emisión y sin embargo, al mismo tiempo, un grado de eficacia lo mayor posible de la instalación. Esto se consigue en este ejemplo de ejecución por medio de que a la unidad de cálculo RT también puedan alimentarse valores de optimización OW desde el optimizador OPT. El optimizador obtiene informaciones desde diferentes regiones.

50 Aparte de las magnitudes de proceso que se detectan por fuera del sistema de medición que analiza tridimensionalmente, el optimizador puede obtener también resultados de medición de las instalaciones de medición que analizan tridimensionalmente dispuestas en la cámara de combustión. En el marco de la transformación de variables VT' se transforma una cantidad M' de los valores de medición analizados espacialmente en una cantidad N' cualquiera de magnitudes de estado, que se alimentan al optimizador OPT. Con ello puede tratarse de los

mismos valores de medición que los descritos anteriormente, pero alternativamente pueden utilizarse también otros valores de medición. Opcionalmente el optimizador OPT puede estar unido a una red neuronal NN.

5 En este caso se consigue una estructura de regulación híbrida a partir de módulos de regulación habituales así como de redes neuronales. La red neuronal se entrena con magnitudes de proceso y se usa como modelo específico para predecir el comportamiento de la quema. Un algoritmo de optimización iterativo determina, con base en la reacción de quema predicha por la red neuronal, la distribución óptima de las intervenciones de regulación entre los elementos de ajuste así como valores correctivos para los elementos de ajuste. Por medio de esto se optimiza el proceso de forma correspondiente a una función objetivo prefijada.

10 En el caso de los valores de optimización OW puede tratarse por ejemplo también de factores de ejercicio. Mediante los factores de ejercicio se ponderan, desplazan y adaptan los resultados de la retro-transformación RT, teniendo en cuenta el proceso de optimización, de forma correspondiente al objetivo de regulación deseado.

15 Con base en los valores editados de la retro-transformación y, dado el caso, teniendo también en cuenta los resultados procedentes del proceso de optimización, tiene lugar por último un cálculo de magnitudes de ajuste conjunto GSB para los K elementos de ajuste disponibles. Las diferentes intervenciones de regulación en diferentes elementos de ajuste, a causa de diferentes desviaciones identificadas de los valores nominales, se superponen aditivamente para crear una intervención de regulación conjunta para cada elemento de ajuste. Al final del algoritmo se transmiten K modificaciones de magnitudes de ajuste ST a los diferentes elementos de ajuste, como clapetas de aire o instalaciones de alimentación de combustible.

20 Durante todo el procedimiento de regulación se adaptan la velocidad y la magnitud de las diferentes intervenciones de regulación a las condiciones marco y a los límites técnicos dados de la instalación técnica. No se superan los límites prefijados por el proceso.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para regular un proceso de combustión, en especial en una cámara de fuego (FR) de un generador de vapor en el se quema materia fósil, en el que se establecen valores de medición (MW) analizados tridimensionalmente en la cámara de fuego (FR), en donde
- 5 - una cantidad cualquiera de M valores de medición (MW) se transforma con base en una transformación de variables (VT), en la que se reproduce y comprime la información tridimensional sobre la cámara de fuego con números indicadores, en una cantidad N menor que M magnitudes de regulación (RG), en donde la magnitudes de regulación se corresponden con magnitudes de estado valorables mediante técnica de regulación, que a continuación se alimentan como valores reales a N circuitos de regulación (R), y en donde
- 10 - en los N circuitos de regulación las modificaciones de magnitudes de ajuste (RA) establecidas se distribuyen en una retro-transformación (RT), teniendo en cuenta un objetivo de optimización, entre K elementos de ajuste, en donde M, N y K son números naturales.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde durante la transformación de variables (VT, VT') para la determinación de las diferentes magnitudes de estado, a partir de los valores de medición tridimensionales (MW, MW'), se valoran magnitudes de referencia del grupo de las siguientes magnitudes de referencia
- 15 a) Valores medios ponderados con acentuación, respectivamente supresión, de partes del espacio detectado mediante técnica de medición, y/o
- b) El valor medio de la magnitud de medición a través del espacio detectado mediante técnica de medición, y/o
- c) Posición tridimensional del punto central de los valores de medición, y/o
- 20 d) Números indicadores estadísticos para modelos de distribución tridimensionales.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en donde para las magnitudes de estado puede definirse un objetivo de optimización como valor nominal (SW), en donde las magnitudes de estado, en unión a informaciones de medición y proceso disponibles habitualmente, caracterizan el estado de funcionamiento actual del proceso de combustión.
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde se definen valores nominales (SW) para las magnitudes de estado derivadas para prefijar el comportamiento operacional deseado.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde se derivan intervenciones de regulación para diferentes elementos de ajuste, con las que puede influirse específicamente en el proceso de combustión, en donde una intervención de regulación actúa con diferente intensidad entre varios elementos de ajuste.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde se calculan desviaciones de valores nominales para identificar desviaciones para intervenciones correctivas según la técnica de regulación en el proceso.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde las diferentes intervenciones de regulación en diferentes elementos de ajuste, a causa de diferentes desviaciones identificadas de los valores nominales, se superponen aditivamente para crear una intervención de regulación conjunta para cada elemento de ajuste.
- 35 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que para alcanzar un objetivo de optimización se entrena una red neuronal con procesos de medición de proceso, y se utiliza como modelo específico para predecir el comportamiento de la quema.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, en donde mediante un algoritmo de optimización iterativo se determina, con base en la reacción de quema predicha por la red neuronal, una distribución óptima de las intervenciones de regulación entre los elementos de ajuste así como valores correctivos para los elementos de ajuste.
- 40 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la medición se lleva a cabo sobre una sección transversal de la cámara de fuego, cerca de la zona de combustión.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en donde como propiedades características de la combustión se determinan las concentraciones locales de CO, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y de la temperatura o subgrupos de éstas o comparables magnitudes de medición.
- 45

5 12. Sistema de combustión con una cámara de fuego, en especial para un generador de vapor en el se quema materia fósil, que comprende un sistema de regulación con una unidad de diagnóstico de combustión, en donde la unidad de diagnóstico de combustible está equipada con un sistema de medición que analiza tridimensionalmente en la cámara de fuego, caracterizado porque el sistema de regulación para llevar a cabo el procedimiento está configurado conforme a una de las reivindicaciones 1 a 11.

13. Instalación de central de energía en la se quema materia fósil, con un sistema de combustión según la reivindicación 12.

