



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 308 548**

51 Int. Cl.:

**F23R 3/28** (2006.01)

**F23N 5/00** (2006.01)

**F02C 3/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05791878 .1**

96 Fecha de presentación : **30.09.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1800060**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.06.2007**

54

Título: **Procedimiento para el accionamiento de un quemador, especialmente un quemador de una turbina de gas, así como un dispositivo para la realización del procedimiento.**

30

Prioridad: **11.10.2004 EP 04024184**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.12.2008**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.12.2008**

73

Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München, DE**

72

Inventor/es: **Prade, Bernd**

74

Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

**ES 2 308 548 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).

# ES 2 308 548 T3

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el accionamiento de un quemador, especialmente un quemador de una turbina de gas, así como un dispositivo para la realización del procedimiento.

5

La presente invención comprende un procedimiento para el accionamiento de un quemador, en el cual, al quemador se le suministra un combustible, éste se inyecta al aire de combustión y junto con el aire de combustión se lo mezcla obteniendo una mezcla de combustible y aire y se lo quema en una cámara de combustión.

10 Teniendo en cuenta los esfuerzos internacionales para disminuir las emisiones de gases contaminantes de plantas de combustión, especialmente, en el caso de turbinas de gas, en los últimos años se desarrollaron procedimientos de funcionamiento para quemadores que presentan emisiones especialmente bajas de óxido de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ). A su vez, se valoró mucho que dichos quemadores no sólo se puedan accionar, opcionalmente, con un sólo combustible, sino, en lo posible, con diferentes combustibles, por ejemplo, petróleo, gas natural y/o gas sintético (por ejemplo gas de carbón) e incluso combinando dichos combustibles, para incrementar la seguridad de suministro y la flexibilidad en el funcionamiento. Este tipo de quemadores están descritos, por ejemplo, en la memoria EP 0 276 696 B1.

15

20 Con esto se relaciona un problema de una combustión estable en el quemador que se basa en un estado estable de la zona de combustión en el quemador. Ésta se modifica drásticamente si se presentan modificaciones de la composición del combustible, es decir, por ejemplo, si un gas de combustión presenta una gran proporción de hidrocarburos saturados superiores, como alcanos  $\text{C}_{2+}$ , etano o propano. En este caso, existe el peligro de un retroceso de la llama al quemador. Por ello, la memoria WO 03/06218 A1 supervisa con absorción infrarroja especialmente a los alcanos  $\text{C}_{2+}$  del gas de combustión que ingresa. Para evitar un retroceso de la llama, en el caso de una elevada proporción de alcanos  $\text{C}_{2+}$ , se lleva a cabo una regulación de la característica del combustible, interviniendo, por ejemplo, en el suministro de combustible, pero también en una inyección de agua o vapor.

25

30 El problema en la disposición de quemadores para todas las diferentes condiciones de funcionamiento y combustibles posibles, especialmente, también en el caso de la variación de la composición del combustible o en las oscilaciones de la calidad del combustible, consiste en que los volúmenes (el caudal másico de combustible) de cada combustible requeridos para el funcionamiento son completamente diferentes, de modo que se dificulta la utilización del mismo sistema de suministro y los mismos orificios de inyección para todos los combustibles. Por ello, en el estado de la técnica se utilizan diferentes sistemas de suministro para combustibles líquidos y gaseosos. Otro problema también se genera cuando se desea utilizar, opcionalmente, combustibles gaseosos con valores específicos de combustión completamente diferentes, por ejemplo, gas natural o gas de carbón. Las relaciones de volumen totalmente diferentes en la aplicación de ambos combustibles y los diferentes procesos químicos en sus combustiones requieren una modificación y una ampliación de los sistemas conocidos.

35

40 En relación con esto, la memoria DE 103 02 48711 publica un procedimiento para la determinación en tiempo real de una composición del gas de combustión. La memoria WO 03/062618 AA presenta un procedimiento para el accionamiento de un turbogruppo de gas en el cual, durante el funcionamiento del turbogruppo de gas, se miden continuamente las características determinantes del combustible.

45

La memoria DE 197 31 209 A publica un procedimiento para el acondicionamiento de materiales residuales combustibles gaseosos para la combustión en una turbina de gas.

50

55 Los sistemas de combustión modernos Low- $\text{NO}_x$  se basan usualmente en el concepto de mezcla denominado "Jet in Crossflow". La combustión con bajas emisiones de contaminantes, especialmente, con bajas emisiones de  $\text{NO}_x$ , puede, a su vez, realizarse a través de la disposición correspondiente de la mezcla del combustible en el aire de combustión que fluye transversalmente. Una dimensión de la disposición fundamental es, a su vez, la profundidad de ingreso de los chorros de combustible en el aire que fluye perpendicular. Esta disposición constructiva, adaptada de la mejor manera posible, se realizó, correspondientemente, sólo para una determinada composición del combustible. La invención se basa en el problema de que, en el caso de una modificación temporal de la composición del combustible, o en el caso de un cambio de combustible se puede producir una modificación del campo de mezcla, lo cual, en el caso de mezclas inadecuadas, puede conducir a emisiones de  $\text{NO}_x$  elevadas.

60

Partiendo de esta observación, el objetivo de la invención es indicar un procedimiento para el accionamiento de un quemador, con el que sea posible una combustión con bajas emisiones de óxido de nitrógeno, también en el caso de una modificación de la composición del combustible. Además, el objetivo de la invención es presentar un dispositivo adecuado para la realización del procedimiento.

65

El primer objetivo se logra, acorde a la invención, a través de un procedimiento para el accionamiento de un quemador, en el cual, al quemador se le suministra un combustible, éste se inyecta al aire de combustión y junto con el aire de combustión se mezcla obteniendo una mezcla de combustible y aire y se quema en una cámara de combustión, en este procedimiento, para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno, se regula adecuadamente una característica del combustible, teniendo en cuenta una emisión de óxidos de nitrógeno predeterminada; asimismo se determina un cambio de un parámetro que caracteriza al combustible, asimismo, se determina una profundidad de ingreso de los rayos de combustible al aire de combustión, adaptada a la modificación, asimismo se determina el

índice de Wobbe (WI) como parámetro que caracteriza al combustible y para regular el índice de Wobbe (WI) deseado, se regula adecuadamente la temperatura (T) del combustible teniendo en cuenta una emisión de óxidos de nitrógeno predeterminada.

5 La presente invención se basa, para ello, en el reconocimiento de que una compensación de la influencia de las oscilaciones de la composición de combustible en las emisiones de  $\text{NO}_x$  en lo posible no debería llevarse a cabo a través de medidas complejas en lo que respecta al quemador, o a través de una adaptación constructiva costosa en la cámara de combustión, para alcanzar una suficiente flexibilidad y una adaptación en tiempo real a la emisión de óxidos de nitrógeno predeterminada. Las medidas constructivas sólo pudieron eliminar de manera reducida pero no completa  
10 la sensibilidad a las oscilaciones de la calidad del combustible, y, con ello, las oscilaciones del campo de mezcla. Esto está causado porque se lleva a cabo una disposición constructiva óptima de los dispositivos de inyección y mezcla del quemador para una composición del combustible determinada (característica del combustible). Los diseños con múltiples puntos de inyección para el combustible, bien distribuidos a lo largo del corte transversal atravesado por el flujo, o la implementación de mezcladores estáticos para la regulación de un campo de mezcla deseado, no son  
15 adecuados, a causa de la falta de la flexibilidad requerida, para garantizar la conservación de un límite de contaminantes permitido de la emisión de  $\text{NO}_x$  en el funcionamiento del accionamiento o de la planta de combustión, sobre todo en el caso de oscilaciones de la composición del combustible a corto plazo. Por otro lado, la invención se basa en el reconocimiento de que, a través de la inyección del combustible en el aire de combustión, con una profundidad de ingreso de los chorros de combustible lo más favorable posible, el campo de mezcla se regula teniendo en cuenta una  
20 combustión con bajas emisiones de contaminantes. Este campo de mezcla también puede ser mantenido durante el funcionamiento, observando los parámetros que caracterizan al combustible.

Con la presente invención se propone entonces, primero obtener una combustión con muy bajas emisiones de óxido de nitrógeno, supervisando la característica del combustible, es decir, la composición del combustible, para que,  
25 al modificar un parámetro que caracteriza al combustible, se regule, en caso de ser necesario, nuevamente un modo de funcionamiento óptimo con bajas emisiones de contaminantes en lo tocante a los óxidos de nitrógeno, gracias a medidas adecuadas. De ese modo, se obtiene la posibilidad de mantener *in-situ* las emisiones de óxidos de nitrógeno por debajo de un valor límite predeterminado, a través del parámetro que caracteriza al combustible, asimismo, se provoca una profundidad de ingreso de los chorros de combustible en el aire de combustión, adaptada a la modificación.

30 Como un parámetro que caracteriza al combustible se determina el índice de Wobbe. Un estándar usual para caracterizar la composición del combustible y la temperatura, es el denominado índice de Wobbe. El índice de Wobbe permite realizar una comparación de la capacidad calórica de diferentes combustibles respecto del volumen, especialmente, de los gases de combustión, a diferentes temperaturas. Dado que un sistema de combustión como, por ejemplo, una turbina de gas, se acciona liberando finalmente la energía calórica en una cámara de combustión y regulando la corriente de combustible a través del mando de un caudal, combustibles con diferente composición del combustible pero con un índice de Wobbe relativamente similar, en general pueden ser suministrados al quemador para la combustión a través del mismo sistema de suministro de combustible. Las oscilaciones en la composición del combustible producen oscilaciones en las emisiones de óxidos de nitrógeno, asimismo, gracias a una regulación del índice de Wobbe se  
40 garantiza un valor máximo de emisión de óxidos de nitrógeno durante el funcionamiento de la turbina de gas.

A su vez, para regular el índice de Wobbe deseado, se regula adecuadamente la temperatura del combustible, teniendo en cuenta una emisión de óxidos de nitrógeno predeterminada. Como se puede observar en la fórmula indicada anteriormente, el índice de Wobbe se encuentra en una relación relativamente simple con la temperatura de combustión real, a saber, inversamente proporcional a la raíz de la temperatura de combustión. Es por ello que, en el caso de una modificación del índice de Wobbe, es decir, una desviación del índice de Wobbe del valor nominal predeterminado con una emisión de óxidos de nitrógeno menor, el índice de Wobbe deseado y, de ese modo, la emisión de óxidos de nitrógeno deseada, se regulan a través de una regulación correspondiente de la temperatura de combustión. El combustible puede ser calefaccionado o refrigerado, de acuerdo con el estado respecto del valor nominal, para alcanzar, A  
50 través de la regulación de la temperatura, el valor nominal del índice de Wobbe para la emisión de  $\text{NO}_x$  deseada.

Preferentemente, se inyecta el combustible en el aire de combustión y se lo mezcla con el aire de combustión. En el quemador se mezclan el combustible y el aire de combustión, asimismo, a través de la inyección del combustible en el aire de combustión se debe prestar atención a una profundidad de ingreso de los chorros de combustible en el aire de combustión lo más favorable posible. De este modo, el campo de mezcla también puede ser mantenido durante el funcionamiento, observando los parámetros que caracterizan al combustible, en lo que respecta a una combustión con bajas emisiones de contaminantes.  
55

En un acondicionamiento especialmente preferido se registra una modificación del parámetro que caracteriza al combustible y se transmite a un sistema de control. Asimismo, el parámetro que caracteriza al combustible se detecta de modo continuo y se evalúa en el sistema de control. La determinación del parámetro que caracteriza al combustible puede, a su vez, llevarse a cabo en la corriente del combustible, a través de una medición adecuada durante el funcionamiento y, de ese modo, el desarrollo temporal del parámetro que caracteriza al combustible se almacena y se evalúa.  
60

Preferentemente, la característica del combustible se la ajusta a un valor de referencia o valor nominal del parámetro que caracteriza al combustible, basado en la emisión de óxidos de nitrógeno predeterminada. A su vez, en el sistema de control ya puede, a su vez, consignarse un campo característico determinado previamente, que represente la relación  
65

## ES 2 308 548 T3

entre la composición del combustible y las emisiones de óxidos de nitrógeno. Pero de modo alternativo también pueden medirse al mismo tiempo y transmitirse al sistema de control tanto los valores de emisión de óxidos de nitrógeno real como así también la composición del combustible.

5 En el procedimiento acorde a la invención, la determinación del índice de Wobbe del combustible se lleva a cabo evaluando la fórmula

$$10 \quad WI = \frac{LHV}{\sqrt{SG \cdot T / T_{Ref}}}$$

15 en la cual LHV es el valor inferior de calefacción del combustible, T su temperatura absoluta, SG el peso específico del combustible respecto del aire, bajo condiciones estándar y TRef una temperatura de referencia.

20 Pero también es posible que, para regular la característica del combustible, al combustible se le agregue de manera controlada un medio. También de este modo se puede alcanzar, en caso de ser necesario, especialmente una modificación del índice de Wobbe, para asegurar un funcionamiento con bajas emisiones de contaminantes. Como medio suministrado al combustible se pueden utilizar preferentemente agua, vapor o nitrógeno, pero también, por ejemplo, hidrocarburos con un valor de calefacción elevado.

25 De modo alternativo al índice de Wobbe, también se puede determinar y evaluar, como parámetro que caracterice al funcionamiento, la relación de la densidad del impulso. Relación densidad del impulso: La calidad de mezcla en el caso de "Jet in Crossflow" depende, en el caso de una geometría determinada, casi exclusivamente de la relación de la densidad del impulso. Es decir, del cociente de la densidad del impulso del chorro de combustible (jet) y la densidad del impulso del aire que fluye transversalmente (crossflow).

$$30 \quad \text{Impulso } I = M \cdot c = p \cdot c \cdot A \cdot c$$

$$\text{Densidad del impulso } i = I/A \text{ (superficie)}$$

$$= p \cdot c^2$$

35 La densidad del impulso del aire está determinada, esencialmente, a través de las condiciones del entorno y la potencia GT. La densidad del impulso del combustible sólo depende de la composición del combustible, además de la potencia GT. A partir del valor de calefacción se obtiene el caudal de masa, y con ello, junto con la densidad en la geometría fija, la densidad del impulso. La densidad del impulso no es entonces una característica del combustible sino una magnitud que depende de la composición del combustible. También a través de un control de la composición del combustible durante el funcionamiento puede regularse esta magnitud hasta alcanzar nuevamente el valor nominal deseado, en el caso de una modificación.

45 Se prefiere utilizar el procedimiento durante el funcionamiento de un quemador de una turbina de gas. Los requisitos establecidos para la combustión con bajas emisiones de contaminantes durante el funcionamiento de turbinas de gas, especialmente en el caso de turbinas de gas estacionarias para la generación de energía, se han incrementado continuamente en los últimos años. Con el procedimiento acorde a la invención es posible un funcionamiento con bajas emisiones de contaminantes, en el cual, durante el funcionamiento de la planta de turbinas de gas, en el caso de oscilaciones en la composición del combustible se pueden llevar a cabo las medidas descritas anteriormente. Se puede prescindir de una medida constructiva costosa en lo que respecta al quemador.

50 Para el funcionamiento se utiliza preferentemente un combustible líquido o gaseoso. Se puede aplicar el procedimiento, por ejemplo, en el caso de petróleo, gas natural o un gas sintético, por ejemplo, gas de carbón.

55 El objetivo de la invención orientado al dispositivo se logra con un dispositivo para realizar el procedimiento, con un dispositivo de análisis para analizar la composición real del combustible durante el funcionamiento del quemador y con un sistema de control y de mando para determinar una desviación y para regular un parámetro que caracteriza al combustible en un valor nominal, basado en una emisión de gases contaminantes predeterminada, asimismo, el sistema de control y de mando está configurado para una regulación de la temperatura de combustible del combustible.

60 Las ventajas del dispositivo acorde a la invención se desprenden de las ventajas arriba descritas en lo tocante al procedimiento.

A su vez, el sistema de control y de mando está configurado para una regulación de la temperatura de combustible del combustible, es decir, para una calefacción o refrigeración del combustible, según sea necesario.

65 Además, se prefiere si el sistema de control y de mando incluye medios para la inyección controlada de un medio inerte en el combustible, especialmente, vapor, agua o nitrógeno o un hidrocarburo.

## ES 2 308 548 T3

A continuación, se comenta en detalle la invención, a partir del ejemplo de ejecución. Se muestran de modo esquemático y no a escala:

Figura 1 una planta de turbinas de gas,

Figura 2 una representación esquemática de un dispositivo de tratamiento de combustible para el funcionamiento de la planta de turbinas de gas con bajas emisiones de óxido de nitrógeno acorde a la figura 1, y

Figura 3 una representación esquemática que muestra la relación del índice de Wobbe como función de la temperatura de combustión en diferentes composiciones del combustible.

Las mismas referencias tienen el mismo significado en las figuras.

La planta de turbinas de gas acorde a la figura 1 presenta una turbina de gas 1, que presenta un compresor 3, una cámara de combustión 9 así como una turbina 17 posconectada a la cámara de combustión 9. El compresor 3 y la turbina 17 están acoplados eventualmente a través de un árbol rotor 5 común. A la turbina 17 está posconectado, por ejemplo, un generador eléctrico 19 a través de un árbol generador 25, acoplado a la turbina 17. La cámara de combustión 9 comprende una cámara de combustión 11 así como un quemador 13 que ingresa a la cámara de combustión 11 para la combustión de un combustible 15 líquido o gaseoso. Durante el funcionamiento de la turbina de gas 1 se absorbe aire 7 en el compresor 3 y allí es comprimido. El aire comprimido 7 se suministra como aire de combustión al quemador 13 y es mezclado con el combustible 15. La mezcla de combustible y aire obtenida se quema en la cámara de combustión 11, originando gases de combustión calientes. Los gases de combustión se suministran a la turbina 17, donde se distienden durante la prestación de trabajo e inician la rotación tanto del árbol rotor 5 del lado del compresor, como así también del árbol generador 25. De este modo se genera potencia eléctrica, que el generador 19 libera, para la distribución, a una red eléctrica. Del salida de la turbina 17 se eliminan los gases de combustión a modo de gas de escape 21, parcialmente refrigerados y distendidos. Estos gases de escape 21 poseen contaminantes, en el gas de escape hay, sobre todo, presencia de óxidos de nitrógeno que se forman a elevadas temperaturas de combustión en la cámara de combustión 11. También se producen elevadas emisiones de óxidos de nitrógeno cuando la mezcla de combustible y aire sufre una modificación en el campo de mezcla, como puede ocurrir, por ejemplo, en el caso de una modificación temporal de la composición del combustible o en el caso de que deba efectuarse un cambio de combustible. Esto produce, en general, una mezcla inadecuada y un incremento notable de la tasa de formación de óxidos de nitrógeno durante el proceso de combustión. Las medidas tomadas ahora en el estado de la técnica se limitan solamente a una disposición constructiva del sistema de combustión, adaptada nuevamente, es decir, medidas en lo que respecta al quemador, para posibilitar emisiones de sustancias contaminantes todavía aceptables, aun en el caso de una composición del combustible modificada.

La presente invención no prevé, por el contrario, medidas en lo que respecta al quemador para resolver este problema, se hace foco en la influencia en las características del combustible durante el funcionamiento, para conservar la emisión de óxidos de nitrógeno predeterminada como valor límite superior. Para ello, la turbina de gas 1 en el sistema de alimentación para el combustible 15 está equipada con un dispositivo de tratamiento de combustible 23, este dispositivo 23 posibilita tanto un análisis de las características del combustible real durante el funcionamiento de la turbina de gas 1, como así también una regulación adecuada de una característica del combustible teniendo en cuenta la emisión de óxidos de nitrógeno predeterminada para la reducción de óxidos de nitrógeno. Para ello se determina y se controla una modificación de un parámetro que caracteriza al combustible 15. Además, se genera una profundidad de ingreso de los chorros de combustible en el aire de combustión, adaptada a la modificación.

En la figura 2 se muestra una representación muy simplificada del dispositivo de tratamiento de combustible 23. Este dispositivo 23 comprende un dispositivo de análisis 27 para el combustible 15 y un sistema de control y de mando 29 posconectado al dispositivo de análisis 27. Para controlar adecuadamente una característica del combustible se desvía del caudal de combustible 15, por ejemplo, una corriente parcial para el análisis 31 y se la conduce al dispositivo de análisis 27, a los fines de su análisis. En el dispositivo de análisis 27 se realiza el análisis de la composición del combustible. A su vez, se determina un parámetro que caracteriza al combustible 15, como, por ejemplo, el índice de Wobbe, que influye indirectamente sobre la emisión de óxidos de nitrógeno real, y este valor es transmitido como señal de salida 33 al sistema de control y de mando 29. Además, el parámetro que caracteriza al combustible 15 es detectado constantemente en el dispositivo de análisis 27 y evaluado en el sistema de control y de mando 29. En el sistema de control y de mando se lleva a cabo una comparación del valor de referencia o valor nominal y se regula la característica del combustible de modo tal que se ajusta a un valor de referencia o valor nominal del parámetro que caracteriza al combustible 15, basado en la emisión de óxidos de nitrógeno predeterminada. Como un parámetro que caracteriza al combustible 15 es especialmente adecuado el índice de Wobbe WI (véase la figura 3). Éste se puede regular directamente a través de una regulación de la temperatura del combustible T, para llegar a un valor deseado. Una corrección requerida del índice de Wobbe WI, al comprobarse una desviación del valor nominal, puede lograrse, de modo alternativo, inyectando un medio en el combustible. Como medio inerte adecuado se puede utilizar, por ejemplo, vapor, agua o nitrógeno para regular el índice de Wobbe WI hasta alcanzar el valor nominal. Como un parámetro posible se puede determinar y evaluar también la relación de la densidad del impulso. Con el dispositivo de tratamiento de combustible 23 es posible una regulación *in-situ* de un parámetro que caracteriza al combustible, respecto de emisiones lo más bajas posibles de óxidos de nitrógeno. El combustible 15 tratado de ese modo en el dispositivo de tratamiento de combustible 23 es conducido luego al quemador 13, mezclado de manera íntima con el

## ES 2 308 548 T3

aire de combustión 7 obteniendo una mezcla de combustible y aire, y es quemado en la cámara de combustión 11, como ya se detalló anteriormente.

5 El índice de Wobbe WI es especialmente característico para la composición del combustible real. El índice de Wobbe WI se encuentra en una relación relativamente simple con la temperatura de combustión real, como se detalla en la figura 3. La figura 3 muestra un diagrama en el cual, para diferentes composiciones del combustible, se representa la dependencia del índice de Wobbe WI como función de la temperatura de combustión. Las curvas características K1, K2 y K3 representan, respectivamente, una composición del combustible. El índice de Wobbe WI es inversamente proporcional a la raíz de la temperatura del combustible T. Dado que el índice de Wobbe caracteriza la composición del combustible, el índice de Wobbe WI también se puede ver en relación con cada emisión de óxidos de nitrógeno en el funcionamiento de una turbina de gas 1. Por ello existe un valor "óptimo" para el índice de Wobbe WISOL, en el cual se deben registrar las emisiones de óxidos de nitrógeno correspondientemente bajas. En el caso de una modificación en la composición del combustible durante el funcionamiento de la turbina de gas 1 se generará una modificación en el índice de Wobbe WI. Ésta puede determinarse mediante el dispositivo de análisis 27. A través de la regulación de la temperatura del combustible T, en el caso de la temperatura TOPT (K2), el índice de Wobbe WI puede ser regulado nuevamente hasta alcanzar el valor nominal del índice de Wobbe WISOL, de modo que no se supere un valor deseado de emisiones de óxidos de nitrógeno.

20 Con la presente invención se propone modificar, es decir, corregir, durante el funcionamiento de la turbina de gas, la profundidad de ingreso de los chorros de combustible, y, con ello, el campo magnético, mediante diferentes medidas, en el caso de que se modifique la composición del combustible. Para ello se propone controlar un parámetro que caracteriza al combustible y regularlo en función de la emisión de óxidos de nitrógeno deseada. La modificación de la composición del combustible se transmite a un sistema de control y de mando, o bien como entrada manual o a través de un sistema de medición y análisis 27 integrado en el sistema de control, que mide continuamente la composición del combustible. Se puede llevar a cabo una medida adecuada a través de una prescripción de conversión, por ejemplo, una regulación del índice de Wobbe. Las posibilidades son, por ejemplo, la modificación de la temperatura del combustible, a través de precalefacción o descenso de una precalefacción del combustible, el agregado de vapor, nitrógeno o similares, por ejemplo, agua o combustibles líquidos como aceite combustible. Una magnitud directamente adecuada para la descripción de la característica del combustible correspondiente, es el número de Wobbe, para el cual existen diferentes definiciones, pero que todas se pueden remontar a que los medios con el mismo número Wobbe, y en el caso de la misma entrada de calor originan la misma pérdida de presión en la válvula de combustible. Con la pérdida de presión está relacionada la profundidad de ingreso de los chorros de combustible en el aire de combustión, de modo que la aplicación y regulación de un parámetro que caracteriza al combustible, como el número de Wobbe, representa una prescripción de conversión relativamente simple para regular la emisión de óxidos de nitrógeno deseada en el caso de oscilaciones en la composición del combustible. Otras magnitudes de regulación como, por ejemplo, la relación de la densidad del impulso, son igualmente posibles.

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el accionamiento de un quemador (13), en el cual, al quemador (13) se le suministra un combustible (15), éste se inyecta al aire de combustión (7) y junto con el aire de combustión (7) se mezcla obteniendo una mezcla de combustible y aire y se quema en una cámara de combustión (11), en este procedimiento, para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno, se regula adecuadamente una característica del combustible, teniendo en cuenta una emisión de óxidos de nitrógeno predeterminada, asimismo se determina un cambio de un parámetro que caracteriza al combustible (15), asimismo, se determina una profundidad de ingreso de los chorros de combustible al aire de combustión, adaptada a la modificación, asimismo se determina el índice de Wobbe (WI) como parámetro que caracteriza al combustible (15), **caracterizado** porque para regular el índice de Wobbe (WI) deseado, la temperatura (T) del combustible se regula adecuadamente teniendo en cuenta una emisión de óxidos de nitrógeno predeterminada.

2. Procedimiento acorde a la reivindicación 1, **caracterizado** porque una modificación del parámetro que caracteriza al combustible (15) es transmitida a un sistema de control (29).

3. Procedimiento acorde a la reivindicación 2, **caracterizado** porque el parámetro que caracteriza al combustible (15) se detecta de modo continuo y se evalúa en el sistema de control (29).

4. Dispositivo acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se regula la característica del combustible, asimismo, se la ajusta a un valor de referencia o valor nominal del parámetro que caracteriza al combustible (15), basado en la emisión de óxidos de nitrógeno predeterminada.

5. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la determinación del índice de Wobbe (WI) del combustible (7) evaluando la fórmula

$$WI = \frac{LHV}{\sqrt{SG \cdot T / T_{Ref}}}$$

en la cual LHV es el valor inferior de calefacción del combustible, T su temperatura absoluta, SG el peso específico del combustible (15) respecto del aire, bajo condiciones estándar y TRef una temperatura de referencia.

6. Dispositivo acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque para regular la característica del combustible, al combustible (15) se le agrega, de manera controlada, un medio.

7. Procedimiento acorde a la reivindicación 6, **caracterizado** porque como medio se utiliza vapor, agua, nitrógeno o un hidrocarburo.

8. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se determina y se evalúa la relación de la densidad del impulso como de un parámetro dependiente del combustible (15).

9. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por una aplicación durante el funcionamiento de un quemador de una turbina de gas.

10. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque como combustible (15) se utiliza petróleo, gas natural o un gas sintético, especialmente, gas de carbón.

11. Dispositivo (23) para realizar el procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, con un dispositivo de análisis (27) para analizar la composición real del combustible durante el funcionamiento del quemador y con un sistema de control y de mando (29) para determinar una desviación y para regular en un valor nominal a un parámetro que caracteriza al combustible, basado en una emisión de gases contaminantes predeterminada, **caracterizado** porque el sistema de control y de mando (29) está configurado para una regulación de la temperatura de combustible (T) del combustible (15).

12. Dispositivo acorde a la reivindicación 11, **caracterizado** porque el sistema de control y de mando (29) comprende medios para el agregado controlado de un medio al combustible (15), especialmente, vapor, agua o nitrógeno o un hidrocarburo.

FIG 1

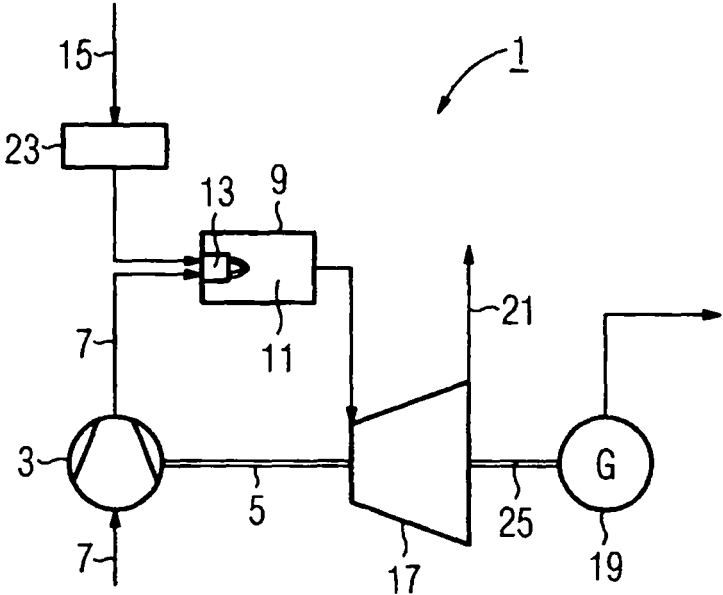


FIG 2

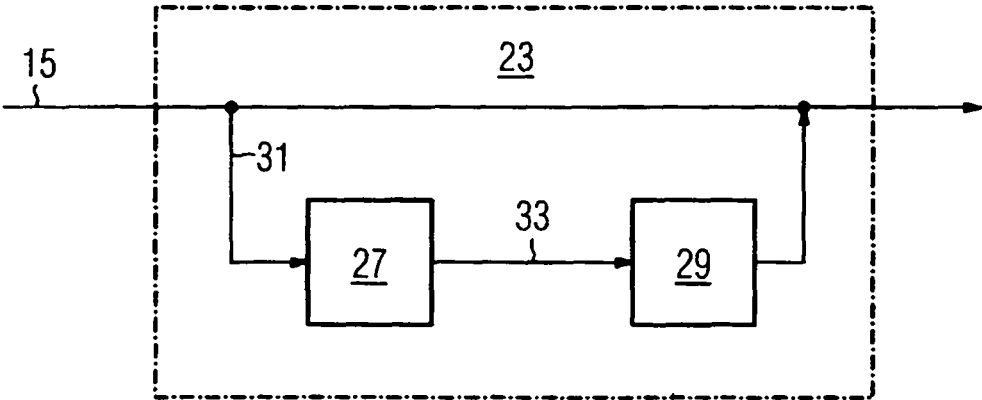


FIG 3

