

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 986 992**

51 Int. Cl.:

F23D 14/60 (2006.01)

F23N 1/02 (2006.01)

F23N 5/12 (2006.01)

F23N 5/18 (2006.01)

F23N 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.08.2021** **E 21194083 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2024** **EP 4050258**

54 Título: **Procedimiento para regular un dispositivo de quemador con determinación de potencia mediante un parámetro de combustible**

30 Prioridad:

26.02.2021 EP 21159771

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.11.2024

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**HAUTER, HARALD;
LOCHSCHMIED, RAINER y
SCHMIEDERER, BERND**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 986 992 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 dispositivo de quemador con determinación de potencia mediante un parámetro de combustible

Antecedentes

- 5 La presente descripción hace referencia a una determinación de potencia mediante un parámetro de combustible en un dispositivo de quemador. En particular se trata de una determinación directa de una potencia como función de un suministro de aire para un índice de aire λ dado.

Durante el funcionamiento de un dispositivo de quemador debe regularse la proporción de combustible con respecto al aire. Se conocen las siguientes variantes de la regulación.

- 10 Según una primera variante, la curva característica del actuador de aire y la curva característica del actuador de combustible se determinan mediante la potencia durante el proceso de regulación. Por ejemplo, la determinación puede tener lugar desde una potencia reducida a una potencia máxima, o también de forma inversa. De este modo, se regula el índice de aire λ para cada punto de potencia. De manera auxiliar también pueden utilizarse sensores de suministro de aire. Los sensores de suministro de aire habituales se basan en la velocidad de rotación, el flujo de masa, la presión diferencial, el flujo volumétrico de aire, etc. La potencia absoluta se determina entonces mediante una medición del suministro de combustible en al menos un punto o en varios puntos. Con la ayuda del valor calorífico H_u del combustible realmente suministrado, la potencia del quemador se asocia a los respectivos puntos de la curva característica. Los valores de potencia de los otros puntos de la curva característica se determinan mediante interpolación, preferentemente mediante interpolación lineal.

- De acuerdo con una segunda variante están determinadas la curva característica del actuador de aire y la curva característica del actuador de combustible. Mayormente, las curvas características se determinan empíricamente en el laboratorio. La potencia del quemador está predeterminada de forma fija mediante una función fija, en base a una de las dos curvas características. Para combustibles diferentes se utilizan curvas características diferentes y/o conjuntos de curvas características que igualmente están predeterminadas de forma fija. Principalmente puede calcularse una nueva curva característica para un combustible con el valor calorífico H_u con respecto a una curva característica de referencia para un combustible con el valor calorífico

- 25 H_{u0} , mediante la multiplicación por el factor $\frac{H_{u0}}{H_u}$, de modo que resulta $\dot{V}_B = \frac{H_{u0}}{H_u} \cdot \dot{V}_{B0}$. Sin embargo, la curva característica del actuador de aire eventualmente debe corregirse para que λ se mantenga invariable. El valor calorífico es en este caso el contenido de energía por cantidad de combustible.

- Según una tercera variante, la variación de una composición de combustible se descubre mediante un sensor λ . Este puede ser por ejemplo una sonda de O_2 en el gas de escape, desde el que λ se calcula de forma directa. A modo de ejemplo, puede utilizarse también un electrodo de ionización, cuya señal se evalúa de modo correspondiente. Para mantener constante el índice de aire λ puede modificarse el suministro de aire o, sin embargo, puede corregirse el suministro de combustible, hasta que el sensor de λ mida nuevamente el valor original de un índice de aire λ . Si se regula posteriormente al menos una señal de suministro de aire para mantener constante el índice de aire λ , entonces con la composición de combustible se modifica casi siempre también la potencia en ese punto de la curva característica. Si la señal de suministro de combustible se regula posteriormente para mantener constante el índice de aire λ , entonces la potencia varía en función del combustible. Para adaptar la potencia, para el caso de una corrección de potencia, una nueva curva característica del actuador de aire debe seleccionarse o calcularse de forma manual o automática.

- Los tipos de gas habituales en dispositivos de quemador son aquellos del grupo de gases E (según EN 437:2009-09), así como gases del grupo B/P (según EN 437:2009-09). Los gases del grupo E, como casi todos los gases de la segunda familia de gases (según EN 437:2009-09), contienen metano como componente principal. Los gases del grupo B/P, como todos los gases de la tercera familia de gases (según EN 437:2009-09), contienen gas propano como componente base. Las mezclas en base a gas metano o gas propano, por último, representan mezclas de distintas fuentes de gas, con las que puede ser abastecido el dispositivo de quemador.

- Para distintos tipos de gas en general se proporcionan curvas características que, en el lugar, antes de la puesta en funcionamiento, se seleccionan en correspondencia con el grupo de gases que se encuentra presente. La regulación, por ejemplo, tiene lugar mediante la selección de una o de varias curvas almacenadas en la memoria de una unidad de regulación. Esas curvas características reflejan la progresión de la cantidad de combustible suministrada al quemador con respecto a la cantidad de aire suministrada. En lugar de la cantidad de aire suministrado puede estar marcada la velocidad de rotación de un soplador en el

suministro de aire del quemador. Además, como medida para el suministro de aire se consideran la posición y/o la señal de posición de una compuerta de aire.

Las curvas características, por ejemplo, pueden estar almacenadas en forma de tablas con una interpolación lineal o, sin embargo, también con la ayuda de polinomios, como función matemática. Esa forma de asociación de curvas características está descrita en la patente europea EP3299718B1 que fue concedida el 30 de octubre de 2019. Una solicitud EP3299718A1 para la patente europea EP3299718B1 se presentó el 21 de septiembre de 2016. La patente europea EP3299718B1 no reivindica ninguna prioridad.

Una cantidad de aire es adecuada como valor de potencia cuando la temperatura del aire, la presión del aire o la humedad del aire sólo se modifican de forma no esencial o se registran mediante tecnología de medición. Al medir la cantidad de aire con un sensor de flujo másico de aire se consideran las influencias de la temperatura del aire y presión del aire. La influencia de la humedad del aire, ante todo en el caso de temperaturas más bajas, juega un rol secundario.

Una solicitud de patente EP2682679A2 fue presentada el 1 de julio de 2013 por la empresa VAILLANT GMBH, de Alemania. La solicitud fue publicada el 8 de enero de 2014. La solicitud EP2682679A2 aborda un procedimiento para la regulación y/o la monitorización de un quemador operado con gas de combustión. La solicitud EP2682679A2 reivindica una prioridad del 4 de julio de 2012.

La solicitud EP2682679A2 aborda la aproximación de puntos de trabajo por debajo y por encima de un índice de aire objetivo. A continuación se registra una señal de un sensor de flujo másico que está dispuesto en un canal, entre un conducto de aire y un conducto de gas de combustión. A partir de la señal se deduce un ajuste correcto o incorrecto del sistema.

Una solicitud de patente DE102013106987A1 fue presentada el 3 de julio de 2013 por la empresa Karl Dungs GmbH & Co. KG, 73660, de Urbach. La solicitud fue publicada el 8 de enero de 2015. La solicitud DE102013106987A1 aborda un procedimiento y un dispositivo para determinar una magnitud del valor calorífico, así como un dispositivo operado con gas, con un dispositivo de esa clase.

Una solicitud de patente DE102006051883A1 fue presentada el 31 de octubre de 2006 por el Instituto de gas y calor de Essen, 45356 Essen. La solicitud fue publicada el 8 de mayo de 2008. La solicitud DE102006051883A1 aborda un dispositivo y un procedimiento para ajustar, controlar o regular la proporción de combustible/aire de combustión para operar un quemador.

Una solicitud de patente EP1467149A1 fue presentada el 1 de abril de 2004 por la empresa E ON RUHRGAS AG. La solicitud fue publicada el 13 de octubre de 2004. La solicitud EP1467149A1 aborda un procedimiento para la monitorización de la combustión en un dispositivo de combustión.

Una solicitud de patente europea EP0326494A1 fue presentada el 27 de enero de 1989 por la empresa GAZ DE FRANCE, de Francia. La solicitud fue publicada el 2 de agosto de 1989. El 27 de septiembre de 1993 se concedió una patente europea EP0326494B1. Una traducción correspondiente se publicó como DE68909260T2. La solicitud DE68909260T2 aborda un dispositivo para la medición de la capacidad térmica de un flujo de combustible. La solicitud DE68909260T2 reivindica una prioridad del 29 de enero de 1988.

Una solicitud de patente DE102013106987A1 fue presentada el 3 de julio de 2013 por la empresa Karl Dungs GmbH & Co. KG. La solicitud fue publicada el 8 de enero de 2015. La solicitud DE102013106987A1 aborda un procedimiento y un dispositivo para determinar una magnitud del valor calorífico, así como un dispositivo operado con gas, con un dispositivo de esa clase.

Otra solicitud de patente DE102006051883A1 fue presentada el 31 de octubre de 2006 por el Instituto de gas y calor de Essen. La solicitud fue publicada el 8 de mayo de 2008. La solicitud DE102006051883A1 aborda un dispositivo y un procedimiento para ajustar, controlar o regular la proporción de combustible/aire de combustión para operar un quemador.

Una solicitud de patente europea EP1467149A1 fue presentada el 1 de abril de 2004 por la empresa E ON RUHRGAS AG. La solicitud fue publicada el 13 de octubre de 2004. La solicitud EP1467149A1 aborda un procedimiento para la monitorización de la combustión en un dispositivo de combustión. La solicitud EP1467149A1 reivindica una prioridad del 11 de abril de 2003.

El objeto de la presente descripción consiste en una regulación de potencia lo más directa posible mediante un suministro de aire. Resumen

El objeto de la presente invención consiste en un procedimiento con el cual, mediante la determinación y/o la puesta a disposición de un parámetro de combustible h , pueda determinarse directamente el valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador, por medio del suministro de aire \dot{V}_L . En la determinación se incluye el índice de aire λ . El parámetro específico para el combustible puede calcularse por ejemplo por valores indicados en las publicaciones. El valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador puede estar indicado en kilovatios. El valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador también puede indicarse relativamente con respecto a un valor de referencia, de modo que el valor real relativo P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador se indique en porcentaje del valor de referencia. Un valor de referencia típico es la potencia máxima $P_{\text{máx}}$ del dispositivo de quemador.

La ventaja consiste en que sólo debe estar presente una curva característica del suministro de aire. El valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador puede asociarse al suministro de aire \dot{V}_L . En el caso de una modificación del combustible y/o de la composición del combustible, la curva característica de suministro de combustible se corrige. En una instalación sin registro de λ , esto se realiza manualmente. De lo contrario, la corrección puede realizarse con la ayuda de una regulación de λ . El valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador se calcula a partir del suministro de aire conocido \dot{V}_L en el punto de la curva característica con la ayuda del valor medido, conocido, del índice de aire λ y del parámetro de combustible

escalar individual $h = \frac{H_U}{L_{\text{mín}}}$ con respecto a $P = \frac{h}{\lambda} \cdot \dot{V}_L$. El requerimiento de aire mínimo $L_{\text{mín}}$ es una propiedad del gas de combustión. El requerimiento de aire mínimo $L_{\text{mín}}$ describe la cantidad de aire que se necesita para una cantidad del combustible en estequiometría, es decir, en el caso de $A = 1$. El parámetro de combustible h está asociado a un combustible. El parámetro de combustible h también puede estar asociado a un grupo de combustibles que esté compuesto por combustibles cuyos parámetros de combustible h se sitúen cerca unos de otros.

De forma inversa, así también puede determinarse el suministro de aire \dot{V}_L para un valor objetivo P_{objetivo} determinado de la potencia del dispositivo de quemador. Con ello, el punto de la curva característica puede predeterminarse por ejemplo como especificación de objetivo para el suministro de aire \dot{V}_L . Para el valor h específico del combustible, los dos parámetros $L_{\text{mín}}$ y H_U deben estar referidos al mismo valor de cantidad. Es decir, que H_U se indica en megajoule/kilomol y $L_{\text{mín}}$ en kilomol/kilomol o H_U se indica en megajoule/metro cúbico y $L_{\text{mín}}$ en metro cúbico/metro cúbico. Esos datos presuponen las mismas condiciones del ambiente, como temperatura y presión. En consecuencia, el valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador puede regularse directamente mediante un regulador de potencia. Para ello, el suministro de aire objetivo \dot{V}_L

objetivo se calcula a partir del valor de potencia objetivo P_{objetivo} con la ayuda de λ y h , para formar $\dot{V}_L = \frac{P_{\text{objetivo}} \cdot \lambda}{h}$. P_{objetivo} . El suministro de aire real \dot{V}_{real} , a continuación, se regula mediante una variable de medición al valor objetivo $\dot{V}_{L\text{objetivo}}$. El suministro de combustible \dot{V}_B , debido al valor de λ respectivamente regulado, sigue al suministro de aire \dot{V}_L .

Otro objeto relacionado de la presente descripción consiste en proporcionar un procedimiento que permita la determinación del valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador, con la ayuda del suministro de aire \dot{V}_L .

Otro objeto relacionado de la presente descripción, con el suministro de combustible \dot{V}_B correcto determinado como valor real, y el valor objetivo, que proviene de una curva característica del valor objetivo determinada mediante una regulación de O_2 , consiste en regular el índice de aire λ mediante el circuito de regulación de O_2 . De este modo, tienen lugar variaciones de potencia rápidas mediante las curvas características almacenadas. En particular, también en el caso de combustibles variables, la potencia real se determina siempre con la ayuda del valor de λ determinado mediante la medición del valor de O_2 y/o del valor objetivo de λ .

Otro objeto relacionado de la presente descripción consiste en el hecho de que con la ayuda de la potencia realmente determinada, mediante un circuito de regulación de potencia, se regula un valor de potencia predeterminado.

Otro objeto de la presente descripción consiste en que con la ayuda de un límite superior de potencia predeterminado, en el caso de combustibles variables, el suministro de combustible máximo \dot{V}_B se adapta de modo que se alcance el límite superior de potencia para cada combustible. Preferentemente no se supera el límite superior de potencia para cada combustible.

Otro objeto de la presente descripción consiste en que con la ayuda de un límite inferior de potencia predeterminado, en el caso de combustibles variables, el suministro de combustible mínimo \dot{V}_B se adapta de

modo que se alcance el límite inferior de potencia para cada combustible. Preferentemente no se alcanza un valor inferior al límite inferior de potencia para cada combustible.

Además, un objeto de la presente descripción consiste en que con la ayuda del ajuste del actuador de combustible, mediante la regulación de λ , se puede estimar y/o determinar el parámetro individual, escalar, h .

5 Además, un objeto de la presente descripción consiste en el hecho de que con la ayuda del valor de potencia calculado se puede determinar el consumo de energía y/o la potencia, también en el caso de combustibles variables.

10 Otro objeto de la presente descripción consiste en que también en el caso de combustibles variables, con la ayuda del valor de potencia calculado y/o con la ayuda del valor de energía calculado, pueden determinarse costes para el combustible.

Además, un objeto de la presente descripción consiste en proporcionar un dispositivo de quemador con un dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización, con instrucciones en la memoria para realizar un procedimiento aquí descrito.

15 También es un objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento y/o un dispositivo para determinar una potencia del quemador, que se utiliza en un dispositivo de quemador, como por ejemplo de una instalación de combustión y/o de una instalación de calefacción.

Breve descripción de las figuras

20 El experto puede acceder a distintos detalles mediante la siguiente descripción detallada. Las formas de ejecución individuales no son limitativas. Los dibujos que se adjuntan a la descripción pueden describirse del siguiente modo:

La figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo de quemador sin registro de λ .

La figura 2 muestra un dispositivo de quemador con sensor de O_2 para el registro de λ en el gas de escape.

La figura 3 muestra un dispositivo de quemador con electrodo de ionización para el registro de λ .

25 La figura 4 ilustra una curva característica de suministro de aire mediante la posición de las compuertas de aire.

La figura 5 ilustra una curva característica de suministro de aire mediante el flujo másico de aire medido, donde la medición del flujo másico de aire puede estar dispuesta en la derivación.

30 La figura 6 ilustra una curva característica de suministro de combustible mediante la posición de la compuerta de combustible.

La figura 7 muestra valores $h = H_U / L_{\min}$ para distintos gases, reunidos en grupos.

La figura 8 muestra valores $h = H_U / L_{\min}$ para grupos de gases, sin gases especiales, en función de L_{\min} , con límites de detección.

Descripción detallada

35 La figura 1 muestra un dispositivo de quemador 1, como por ejemplo un quemador de gas suspendido en una pared y/o un quemador de aceite. En la cámara de combustión 2 del dispositivo de quemador 1, durante el funcionamiento, está encendida una llama de un generador de calor. El generador de calor cambia la energía térmica de los combustibles calientes y/o gases de combustión en otro fluido, como ejemplo agua. Con el agua caliente, por ejemplo, funciona una instalación de calefacción de agua caliente y/o se calienta agua
40 potable. Según otra forma de ejecución, con la energía térmica de los gases de combustión calientes puede calentarse un producto, por ejemplo en un proceso industrial. Según otra forma de ejecución, el generador de calor forma parte de una instalación con acoplamiento de fuerza-calor, por ejemplo un motor de una instalación de esa clase. Según otra forma de ejecución, el generador de calor es una turbina de gas. Además, el generador de calor puede utilizarse para calentar agua en una instalación para la obtención de
45 litio y/o de carbonato de litio. Los gases de escape se disipan desde la cámara de combustión 2, por ejemplo mediante una chimenea.

El aire de suministro 4 para el proceso de combustión se conduce al dispositivo de quemador 1 mediante un soplador 3 accionado (por medio de un motor). Mediante la línea de señal 15, el dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización 13 predetermina al soplador 3 el suministro de aire \dot{V}_L que debe transportar. Con ello, la velocidad de rotación del soplador se convierte en una medida para la cantidad de aire transportada.

Según una forma de ejecución, la velocidad de rotación del ventilador se comunica al dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización 13, desde el soplador 3. Si la cantidad de aire se regula mediante una compuerta de aire 4 y/o una válvula, como medida para la cantidad de aire puede utilizarse la regulación de la compuerta y/o de la válvula y/o el valor de medición derivado de la señal de un sensor de flujo másico 12 y/o de un sensor de flujo volumétrico. De manera ventajosa, el sensor está dispuesto en el canal 5 para el suministro de aire \dot{V}_L . De manera ventajosa, el sensor proporciona una señal que, mediante una unidad de procesamiento de señal adecuada, se convierte en un valor de medición de flujo. Un dispositivo de procesamiento de señal, idealmente, comprende al menos un convertidor analógico-digital. Según una forma de ejecución, el dispositivo de procesamiento de señal, en particular el convertidor o los convertidores analógico-digital, están integrados en el dispositivo de regulación, de control y de monitorización 13.

Como medida para el suministro de aire \dot{V}_L también puede utilizarse el valor de medición de un sensor de presión y/o de un sensor de flujo másico 12, en un canal lateral. Un dispositivo de combustión con canal de suministro y canal lateral se describe por ejemplo en la patente europea EP3301364B1. La patente europea EP3301364B1 fue presentada el 7 de junio de 2017 y concedida el 7 de agosto de 2019. Se reivindica un dispositivo de combustión con canal de suministro y canal lateral, donde un sensor de flujo másico se proyecta hacia el interior del canal de suministro.

El sensor 12 determina una señal que corresponde al valor de presión que depende del suministro de aire \dot{V}_L y/o al flujo de aire (flujo de partículas y/o flujo másico) en el canal lateral. De manera ventajosa, el sensor 12 proporciona una señal que, mediante un dispositivo de procesamiento de señal adecuado, se convierte en un valor de medición. Según otra forma de ejecución ventajosa, las señales de varios sensores se convierten en un valor de medición en común. Un dispositivo de procesamiento de señal adecuado, idealmente, comprende al menos un convertidor analógico-digital. Según una forma de ejecución, el dispositivo de procesamiento de señal, en particular el convertidor o los convertidores analógico-digital, están integrados en el dispositivo de regulación, de control y de monitorización 13.

Según una forma de ejecución, el suministro de aire \dot{V}_L es el valor del caudal de aire real. El caudal de aire puede medirse y/o indicarse en metros cúbicos de aire por hora. El suministro de aire \dot{V}_L puede medirse y/o indicarse en metros cúbicos de aire por hora.

Los sensores de flujo másico 12 permiten la medición en el caso de grandes velocidades de flujo, especialmente en combinación con dispositivos de quemador en el funcionamiento. Los valores típicos para las velocidades de flujo de esa clase se encuentran en los rangos entre 0,1 metros por segundo y 5 metros por segundo, 10 metros por segundo, 15 metros por segundo, 20 metros por segundo, e incluso 100 metros por segundo. Los sensores de flujo másico que son adecuados para la presente descripción son por ejemplo el sensor OMRON® D6F-W o sensores del tipo SENSOR TECHNICS® WBA. El rango útil de esos sensores habitualmente comienza a velocidades de entre 0,01 metros por segundo y 0,1 metros por segundo, y termina en una velocidad, como por ejemplo de 5 metros por segundo, 10 metros por segundo, 15 metros por segundo, 20 metros por segundo o incluso 100 metros por segundo. Expresado de otro modo, valores inferiores, como 0,1 metros por segundo pueden combinarse con valores superiores como 5 metros por segundo, 10 metros por segundo, 15 metros por segundo, 20 metros por segundo o incluso 100 metros por segundo.

El suministro de combustible \dot{V}_B se regula y/o controla mediante el dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización 13, con la ayuda de un actuador de combustible y/o de una válvula que puede regularse (mediante un motor). En la realización en la figura 1, el combustible es un gas de combustión. El dispositivo de quemador 1 puede estar conectado a distintas fuentes de gas de combustión, por ejemplo a fuentes con una alta proporción de metano y/o a fuentes con una alta proporción de propano. En la figura 1, la cantidad de gas de combustión se regula mediante una válvula de combustible 9 regulable (mediante un motor) del dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización 13. El valor de control 19, por ejemplo en el caso de una señal modulada por el ancho de pulso, de la válvula de gas, es una medida para la cantidad de gas de combustión. También es un valor 19 para el suministro de combustible \dot{V}_B . Según una forma de ejecución especial, la válvula de combustible 9 se regula mediante un motor de paso a paso. En ese caso, la posición de paso del motor de paso a paso es una medida para la cantidad de gas de combustión. La válvula de combustible 9 también puede estar integrada en una unidad con al menos una o las dos válvulas de bloqueo de seguridad 7 u 8. Además, la válvula de combustible 9 puede ser una válvula controlada

internamente mediante un sensor de flujo, que obtiene un valor objetivo 19 y regula el valor real del sensor de flujo al valor objetivo 19. El sensor de flujo puede estar realizado como un sensor de flujo volumétrico, por ejemplo como contador de ruedas de turbina y/o como sensor de presión diferencial. El sensor de flujo también puede estar realizado como un sensor de flujo másico, por ejemplo como sensor de flujo másico térmico.

Si como actuador 9 se utiliza una compuerta de gas, entonces como medida para la cantidad de gas de combustión puede utilizarse la posición de una compuerta. De manera alternativa, como medida para la cantidad de gas de combustión puede utilizarse el valor de medición derivado de la señal de un sensor de flujo másico y/o de un sensor de flujo volumétrico. De manera ventajosa, ese sensor está dispuesto en el canal de suministro para combustible. Ese sensor genera una señal que, mediante un dispositivo de procesamiento de señal adecuado, se convierte en un valor de medición de flujo (valor de medición del flujo de partículas y/o del flujo másico y/o del flujo volumétrico). Un dispositivo de procesamiento de señal adecuado, idealmente, comprende al menos un convertidor analógico-digital. Según una forma de ejecución, el dispositivo de procesamiento de señal, en particular el convertidor o los convertidores analógico-digital, están integrados en el dispositivo de regulación, de control y de monitorización 13.

Para el experto es conocido el hecho de que los valores antes mencionados también pueden calcularse en base a una combinación de variables determinadas mediante sensores. Esos valores son medidas para el suministro (flujo de partículas y/o flujo másico y/o flujo volumétrico) de gas de combustión. Además, para el experto es conocido el hecho de que el suministro de combustible de un combustible líquido puede determinarse de forma similar.

La figura 2 muestra un dispositivo de quemador 1 con un sensor de índice de aire 20 para el registro del índice de aire λ . El sensor del índice de aire 20 para registrar el índice de aire λ comprende por ejemplo un sensor de O_2 . En una forma de ejecución, el sensor del índice de aire 20 para registrar el índice de aire λ es un sensor O_a . El sensor del índice de aire 20 para registrar el índice de aire λ , por ejemplo, puede estar dispuesto en la cámara de combustión 2 y/o en un recorrido de gas de escape.

El sensor del índice de aire 20 para registrar el índice de aire λ genera una señal 21. La señal 21 es leída y evaluada de forma adecuada por el dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización 13. Con la ayuda de la señal 21, para cada suministro de aire \dot{V}_L puede regularse un índice de aire λ predeterminado. De este modo, el suministro de aire \dot{V}_L medido se controla mediante el actuador 9 en el suministro de combustible \dot{V}_B y/o mediante el actuador 3, 4 en el suministro de aire \dot{V}_L , a un valor objetivo predeterminado.

La figura 3 muestra un dispositivo de quemador 1 con un sensor de índice de aire 20 para el registro del índice de aire λ , que comprende un electrodo de ionización. Como material de un electrodo de ionización se utiliza habitualmente KANTHAL®, por ejemplo APM® o A-1®. El experto también puede considerar electrodos de Nikrothal®. El electrodo de ionización, por ejemplo, puede estar dispuesto en la cámara de combustión 2.

La variable de medición para el suministro de aire \dot{V}_L puede estar dada como una curva característica directa desde el suministro de aire \dot{V}_L , mediante la velocidad de rotación del soplador o desde el suministro de aire \dot{V}_L , mediante la regulación de la compuerta de aire. La posición de la compuerta de aire puede estar indicada por ejemplo como ángulo de ajuste. También es posible una combinación de la velocidad de rotación y el ángulo de ajuste. La figura 4 muestra una curva característica directa de esa clase.

En un caso ideal, el suministro de aire \dot{V}_L puede determinarse con un sensor del flujo volumétrico de aire. En la figura 5 se muestra una curva característica correspondiente. El sensor de flujo másico de aire, por ejemplo, puede estar dispuesto directamente en el canal de suministro de aire 11.

El sensor de flujo másico también puede estar dispuesto en una derivación en el canal de aire de suministro 11, mediante una placa. Una disposición con derivación se conoce por ejemplo por la patente europea EP3301362B1. Además, el sensor de flujo másico de aire puede estar dispuesto en una derivación mediante una compuerta de aire que actúa como una placa.

El suministro de aire \dot{V}_L se determina por ejemplo a partir de una combinación de la señal del flujo másico de aire y la posición de la compuerta de aire o, sin embargo, a partir de la señal del flujo másico del aire y la velocidad de rotación del ventilador, o a partir de las tres. En principio también es posible la determinación del suministro de aire \dot{V}_L con la ayuda de un sensor de presión diferencial mediante una placa o una compuerta de aire, también en cualquier combinación con el sensor de flujo másico de aire, la velocidad de rotación del ventilador y/o la posición de la compuerta de aire.

Los sensores de suministro de aire mencionados consisten en una medida diferente para el suministro de aire \dot{V}_L . De este modo, el resultado de medición de la velocidad de rotación y la posición de la compuerta depende de otras condiciones del ambiente, como la presión del aire, la temperatura del aire y el recorrido del gas de escape. Para aumentar la precisión de medición de \dot{V}_L , en la determinación también pueden influir valores de medición de las condiciones del ambiente, como la temperatura del aire de suministro, la humedad del aire o la presión del aire absoluta. Si se utiliza un sensor de flujo másico de aire o un sensor de presión diferencial, entonces el suministro de aire \dot{V}_L también puede determinarse sin influencias de la condición del ambiente. Dependiendo de la variable de medición, las influencias del ambiente no consideradas, como también la precisión del resultado de medición, se representan en la precisión del valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador 1. El suministro de aire \dot{V}_L y/o el valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador 1 pueden calcularse de forma absoluta o relativa con respecto al valor máximo de la curva característica y/o con respecto a otro valor.

Las consideraciones correspondientes, como para la medición del suministro de aire \dot{V}_L , se aplican para la medición del suministro de combustible \dot{V}_B . La variable de medición para el suministro de combustible \dot{V}_B puede ser una curva característica directa del suministro de combustible \dot{V}_B , mediante la posición de la válvula de combustible. La posición de la válvula de combustible puede estar indicada por ejemplo como ángulo de ajuste. La figura 6 muestra una curva característica directa de esa clase.

En un caso ideal, la curva característica de suministro en un dispositivo de quemador 1 puede estar regulada previamente de fábrica, por ejemplo con un sensor del flujo másico de aire o con un detector tacométrico. De manera alternativa, la misma también puede calcularse en un dispositivo de quemador 1 individual mediante un contador de combustible y/o un contador de gas de combustión, para la determinación de \dot{V}_B con combustible conocido, y con un sensor del índice de aire λ para registrar el índice de aire λ . Para el cálculo se utiliza la relación $\dot{V}_L = \lambda \cdot L_{\text{min}} \cdot \dot{V}_B$ entre el suministro de aire \dot{V}_L , el índice de aire λ , el requerimiento de aire mínimo L_{min} conocido y el suministro de combustible \dot{V}_B conocido.

Si el suministro de aire \dot{V}_L , del modo antes presentado, fue regulado de fábrica o en el lugar en el dispositivo de quemador 1, entonces después de la regulación del índice de aire λ puede determinarse la potencia P_{real} para cada combustible. Para ello se emplean los parámetros conocidos. Con sólo una curva característica del

suministro de aire, el quemador, para cada combustible con parámetro $h = \frac{H_U}{L_{\text{min}}}$ conocido, puede limitarse dentro de un rango entre una potencia máxima $P_{\text{objetivo-max}}$ y una potencia mínima $P_{\text{objetivo-min}}$. De este modo, la predeterminación de objetivo del suministro de aire \dot{V}_L se limita en correspondencia con $\dot{V}_{L\text{-max}} = \frac{\lambda}{h} \cdot P_{\text{objetivo-max}}$ y/o $\dot{V}_{L\text{-min}} = \frac{\lambda}{h} \cdot P_{\text{objetivo-min}}$. En el caso de variaciones del combustible o del índice de aire λ , el valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador 1 puede calcularse nuevamente y/o regularse y/o limitarse directamente en cada punto.

Para una adaptación manual de la potencia a un combustible deben ser conocidos el requerimiento mínimo

de aire L_{min} , el parámetro de combustible $h = \frac{H_U}{L_{\text{min}}}$ y el valor objetivo para el índice de aire λ . En primer

lugar se calcula y regula el suministro de combustible mediante $\dot{V}_B = \frac{\dot{V}_L}{\lambda \cdot L_{\text{min}}}$. A menudo, el suministro de combustible \dot{V}_B no puede ingresarse directamente. El suministro de combustible \dot{V}_B , entonces, es conocido sólo mediante una curva característica de referencia \dot{V}_{B0} en función del ángulo de ajuste de una compuerta de combustible o de una válvula de combustible según la figura 6, para un gas de referencia con el requerimiento de aire mínimo L_{min0} . Después, para otro combustible con el requerimiento de aire mínimo L_{min} , para un mismo índice de aire λ y el mismo suministro de aire \dot{V}_L que en la regulación de referencia, se calcula

el nuevo suministro de combustible con respecto a $\dot{V}_B = \frac{L_{\text{min0}}}{L_{\text{min}}} \cdot \dot{V}_{B0}$. De manera adicional, si debe modificar el índice de aire λ con respecto a la regulación λ_0 con el gas de referencia, se calcula entonces

$\dot{V}_B = \frac{\lambda_0 \cdot L_{\text{min0}}}{\lambda \cdot L_{\text{min}}} \cdot \dot{V}_{B0}$. En el caso de cambiar al nuevo combustible, el actuador de combustible 9 se ajusta de

manera que el suministro de combustible 6 asociado a cada punto de suministro de aire se modifica en el factor $\frac{\lambda_0 \cdot L_{\text{min0}}}{\lambda \cdot L_{\text{min}}}$ y/o al mismo valor de λ , en el factor $\frac{L_{\text{min0}}}{L_{\text{min}}}$. Mediante la curva característica conocida, de la figura 6, después de la multiplicación del suministro de combustible 6 por el factor determinado, pueden calcularse directamente los nuevos valores de control y/o el ángulo de ajuste 19 para la composición de combustible modificada. La curva característica, por ejemplo, puede estar proporcionada en forma de una

tabla, cuyos valores intermedios se interpolan linealmente. Además, la curva característica puede estar proporcionada como fórmula matemática y/o como relación matemática.

La potencia, en el caso del mismo suministro de aire \dot{V}_L , puede calcularse según los cálculos anteriores para

un índice de aire λ no modificado, en $P_1 = \frac{h_1}{h_0} \cdot P_0$ y/o en el caso de un índice de aire λ modificado, en

$$P_1 = \frac{\lambda_0 \cdot h_1}{\lambda_1 \cdot h_0} \cdot P_0$$

En el caso de un índice de aire λ no modificado, la potencia es $P_1 \approx P_0$, si $h_1 \approx h_0$. Con la ayuda de esa medida sencilla, por ejemplo con parámetros L_{min} y H_U conocidos por las publicaciones y, con

$$h = \frac{H_U}{L_{min}}$$

ello, con parámetros de combustible conocidos, un aparato puede regularse de forma directa y sencilla a un nuevo combustible. No es necesario determinar nuevas curvas características de forma empírica. De este modo, también la respectiva potencia real P_{real} se adapta al nuevo combustible. De manera ventajosa, para un valor objetivo $P_{objetivo}$ de la potencia del dispositivo de quemador 1 puede determinarse el suministro de aire \dot{V}_L correcto y/o el suministro de combustible \dot{V}_B correcto.

Si el índice de aire λ se determina con la ayuda de un sensor de O_2 o con la ayuda de un electrodo de ionización, el índice de aire λ , en el caso de una variación de la composición del combustible, puede mantenerse constante mediante un circuito de regulación. En el caso del sensor de O_2 , el índice de aire λ se calcula directamente a partir del valor de resultado del sensor, según el estado de la técnica. Por ejemplo, el

índice de aire λ puede calcularse a partir del contenido de oxígeno O_2 , mediante la relación $\lambda \approx \frac{20,9}{20,9 - O_2}$.

Con la ayuda de un circuito de regulación, el suministro de combustible \dot{V}_B se regula de manera que se alcanza el valor objetivo de λ . El valor objetivo de λ puede ser independiente del suministro de aire \dot{V}_L . Al utilizar una señal de ionización y/o una señal de flujo de ionización para el registro de λ , el flujo de ionización medido se regula a un valor objetivo que depende del suministro de aire \dot{V}_L , modificando el suministro de combustible \dot{V}_B .

En comparación con un suministro de combustible de referencia \dot{V}_{B0} , que fue regulado en un dispositivo de quemador 1, el nuevo suministro de combustible se calcula con respecto a $\dot{V}_B = k \cdot \dot{V}_{B0}$ sobre toda la curva característica de modulación de combustible, mediante la potencia. En este caso se supone el mismo índice de aire λ . El actuador de ajuste se regula de modo correspondiente, de manera que sobre todo el rango de modulación, \dot{V}_{B1} está desplazado con respecto a \dot{V}_{B0} en el factor k . Por consiguiente, el combustible modificado sólo debe estar regulado en un punto de potencia, para que el factor k sea conocido. Con la ayuda de ese factor k , las posiciones del actuador de combustible modificadas son conocidas sobre todo el rango de potencia y, con ello, está determinada la curva característica de modulación modificada. El factor k

$$k = \frac{L_{min0}}{L_{min}}$$

regulado puede reconocerse según los cálculos anteriores para λ modificado, como

Si para otro combustible, por ejemplo en el marco de un cambio de combustible, se predeterminan otros

valores del índice de aire, entonces el factor k se regula con respecto a $k = \frac{\lambda_0 \cdot L_{min0}}{\lambda \cdot L_{min}}$.

Si para un gas de referencia con requerimiento de aire mínimo L_{min0} conocido se ha regulado la curva característica de modulación de combustible, entonces después de la regulación de λ con el factor k determinado, se puede determinar el requerimiento de aire mínimo necesario para el combustible que

realmente se encuentra presente, con respecto a $L_{min} = \frac{L_{min0}}{k}$, para el mismo λ . Para $\lambda \neq \lambda_0$ modificado, el

requerimiento de aire mínimo se determina con respecto a $L_{min} = \frac{\lambda_0 \cdot L_{min0}}{\lambda \cdot k}$.

Si la composición de combustible es conocida, entonces el nuevo valor real P_{real} de la potencia del dispositivo

de quemador 1 también puede calcularse del modo antes descrito, con respecto a $P_{real} = \frac{\lambda}{\lambda_0} \cdot \dot{V}_L$, para cada

punto de suministro de aire, en el caso de una composición del combustible variable. Para cada valor objetivo $P_{objetivo}$ de la potencia del dispositivo de quemador 1 puede determinarse el valor objetivo para el suministro

de aire $\dot{V}_{L,objetivo} = \frac{\lambda}{\lambda_0} \cdot P_{objetivo}$.

La figura 7 muestra la relación entre el requerimiento de aire mínimo $22 L_{\min}$ y el parámetro individual escalar

$$h = \frac{H_U}{L_{\min}}$$

23, para distintos gases de combustión. Como puede observarse allí, los gases de combustión pueden reunirse en grupos. Los grupos se determinan debido a que para el suministro de aire \dot{V}_L real, en el caso de una variación del gas y de una regulación realizada del suministro de aire, en el caso de un índice de
5 aire λ no modificado, también el valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador 1 se mantiene dentro de límites predeterminados. Para cada uno de esos grupos, el parámetro de combustible individual escalar h se encuentra dentro de los límites predeterminados. Los límites se determinan a partir del error admisible para el valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador 1.

De este modo, todos los gases marcados con 24 en la figura 7 son de la segunda familia de gases (según EN437:2009-09), incluyendo los gases especiales, sin el gas natural sintético (= mezcla de propano-aire). Esos gases tienen metano como base y están mezclados con gases inertes o con cantidades más reducidas de otros gases de combustión. Si se cambian gases dentro de ese grupo, y el índice de aire λ se mantiene constante mediante la regulación del suministro de combustible \dot{V}_B , para esos gases marcados con 24 el

15 parámetro de combustible individual escalar es $h = 3,55 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3}, -0\%, +2\%$. Con ello, para esos gases, después de la regulación del índice de aire λ en el sistema del quemador, el valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador 1 se encuentra en un rango de menos de 2 por ciento.

Los gases marcados con 26 en la figura 7, de la tercera familia de gases (según EN437:2009-09) tienen un parámetro de combustible de $h = 3,73 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3}, -0\%, +4,5\%$. El error con respecto a los gases identificados con 24 es menor al 8 por ciento. Si se tiene ese error, no se necesita

20 efectuar ninguna corrección de potencia entre el grupo de gases 24 y el grupo de gases 26. Puesto que normalmente es conocido el hecho de si se encuentra presente gas líquido (= gases de la tercera familia), la corrección puede efectuarse manualmente, ingresando el parámetro de combustible individual escalar $h = 3,73 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3}$.

25 Los gases identificados con 25, 27, 28 y 29 en la figura 7 constituyen otros grupos de gases especiales (gas natural sintético, gases de proceso). Respectivamente se sabe si esos gases se encuentran presentes y los respectivos valores del parámetro de combustible h pueden ingresarse directamente, para que pueda efectuarse la corrección de potencia. Los errores, por ejemplo, se encuentran en menos del 5,1 por ciento.

El gas identificado con 30 en la figura 7 se trata de hidrógeno puro, en donde $h = 4,22 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3}$.

30 Del modo ya mencionado anteriormente, en el caso de un cambio dentro de un grupo de gases en el marco de la precisión indicada no debe efectuarse ninguna corrección de potencia. En el caso de un cambio de grupo de gases a grupo de gases, es conocido qué grupo de gases se encuentra presente. La corrección puede tener lugar manualmente, mediante la modificación de h .

35 En ocasiones, los distintos gases o los gases de grupos de gases de distintos conductos de suministro de combustible y las válvulas de bloqueo de los respectivos conductos de suministro de combustible, se desconectan y se conectan. Entonces, con el cambio del suministro de combustible \dot{V}_B también puede cambiarse el parámetro de gas. Por consiguiente, puede adaptarse la potencia o la modulación del quemador.

Como combustibles, por ejemplo, son conocidos:

- gas natural de la red de suministro,
- 40 - gas líquido,
- gas natural sintético,
- gases de proceso con composición conocida (primera familia de gases),
- combustibles líquidos, como combustible para calefacción, etc.,

- mezclas que comprenden hidrógeno e hidrógeno puro.

Debido a que las composiciones respectivamente son conocidas, también es conocido respectivamente el parámetro de combustible individual escalar h .

Si se exceptúan los grupos de gases especiales 15, 27, 28, 29, en los que se conoce cuándo se encuentran presentes, la corrección de potencia también puede automatizarse más. Para ello, con el factor k determinado

mediante la regulación, se calcula el nuevo requerimiento de aire mínimo $L_{min} = \frac{L_{min0}}{k}$, con respecto a un gas de referencia. Para la determinación del factor k , debe ser conocido el suministro de gas \dot{V}_{G0} para un gas de referencia (en donde L_{min0}), en función de la posición de al menos un actuador de combustible 9 o de un equivalente lineal con respecto a \dot{V}_{G0} . Lo mencionado está representado en la FIG 6. El factor k puede determinarse mediante una regulación con una sonda de O_2 , con una sonda de ionización o con otro sensor que actúe de forma similar. La figura 8 ilustra ese modo de procedimiento.

Si el valor 22 de L_{min} es mayor que el umbral 31, entonces se trata de un gas líquido con el valor $h = 3,73 \frac{MJ}{m^3}$. Entre el umbral 31 y el umbral 32, el gas puede interpretarse como gas metano con adiciones. Lo mencionado se aplica esencialmente para los gases de la segunda familia de gases de la red de

suministro. Se utiliza aquí el valor $h = 3,55 \frac{MJ}{m^3}$. Por debajo del umbral 32, el gas se interpreta como mezcla de hidrógeno-gas de metano. La proporción de la mezcla en la figura 8 se modifica allí según una curva característica a lo largo de los puntos identificados con 30, con la composición y , con ello con L_{min} . Con la proporción de la mezcla de los gases y o combustible, puede indicarse así la función del parámetro de combustible h mediante L_{min} . Puesto que en el caso de hidrógeno con un parámetro de gas de

la desviación con respecto al metano, en donde $h = 3,55 \frac{MJ}{m^3}$, es relativamente grande, existe un interés particular en la detección del contenido de H_2 en metano, mediante el quemador regulado en λ . Con el método indicado, en el caso de un índice de aire λ predeterminado para hidrógeno y por ejemplo metano, pueden determinarse automáticamente tanto el índice de aire, como también la potencia de una unidad de quemador, y ponerse a disposición de las unidades de regulación.

Para los gases de proceso conocidos y también para otros combustibles líquidos, se supone que éstos no pueden presentarse en la red de suministro general. Para éstos se ingresa de forma directa y/o manual el parámetro de combustible individual escalar h en el dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización 13, cuando se suministran los respectivos combustibles.

Con el valor real P_{real} determinado realmente, de la potencia del dispositivo de quemador 1, un regulador de potencia puede funcionar directamente en un circuito de regulación cerrado. El valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador 1 puede regularse a un valor objetivo $P_{objetivo}$ predeterminado de la potencia del dispositivo de quemador 1.

El valor objetivo de potencia puede ser generado por una unidad de regulación de temperatura superordinada. Éste también puede ser predeterminado para el regulador de potencia directamente como valor objetivo por una unidad de manejo y/o por una unidad para calentar un producto y/o en la combustión de un combustible residual que se encuentra presente, de un proceso químico.

Debido a $P_{real} = \frac{h}{\lambda} \cdot \dot{V}_L = \frac{h_{max}}{\lambda_{max}} \cdot \frac{\dot{V}_L}{\lambda} = h_u \cdot \dot{V}_g$, para la potencia máxima $P_{máx}$ del dispositivo de quemador 1 se adapta de forma implícita el suministro de combustible máximo $\dot{V}_{Bmáx}$ y, para la potencia mínima $P_{mín}$ del dispositivo de quemador 1, el suministro de combustible mínimo $\dot{V}_{Bmín}$. De manera equivalente se pueden calcular $\dot{V}_{Bmáx}$ y/o $\dot{V}_{Bmín}$, y para el respectivo combustible pueden limitarse (directamente) hacia arriba y/o hacia abajo, a esos valores calculados. En todo caso, de este modo está asegurado que el dispositivo de quemador no funcione por fuera del rango de potencia previsto.

A partir del valor real P_{real} determinado de la potencia del dispositivo de quemador 1, puede calcularse con facilidad el consumo de energía, integrando el valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador 1 a lo largo del tiempo. De este modo, el consumo de energía puede calcularse también en el caso de combustibles variables.

Si se conoce cuándo se cambia el combustible, puede calcularse el consumo de energía para los combustibles individuales. En el caso de una identificación automática del parámetro de combustible h, el cambio puede detectarse mediante la variación de h.

- 5 Si es conocido el consumo de energía, entonces los costes de energía pueden determinarse directamente, en tanto los costes por unidad de energía sean conocidos. Si los costes para los combustibles individuales son diferentes, entonces esto puede detectarse del modo antes descrito. Por consiguiente, pueden calcularse los costes para el consumo de los combustibles individuales.

- 10 Las partes de una unidad de regulación y/o de un procedimiento según la presente descripción pueden realizarse como hardware y/o como módulo de software que es ejecutado por una unidad de cálculo, eventualmente sumando una virtualización basada en contenedores, y/o mediante un ordenador en la nube y/o mediante una combinación de las posibilidades antes mencionadas. El software puede comprender un firmware y/o un controlador de hardware que se ejecuta dentro de un sistema operativo y/o una virtualización basada en contenedores y/o un programa de aplicación. La presente descripción, por tanto, también hace referencia a un producto de programa informático que contiene las características de esta descripción y/o que realiza las etapas requeridas. En la realización como software, las funciones descritas pueden almacenarse como una o varias órdenes en un medio legible por ordenador. Algunos ejemplos de medios legibles por ordenador incluyen memorias de trabajo (RAM) y/o memorias de trabajo magnéticas (MRAM) y/o exclusivamente memorias legibles (ROM) y/o memorias flash y/o ROM electrónicamente programable (EPROM) y/o ROM electrónicamente programable y borrable (EEPROM) y/o registros de una unidad de cálculo y/o un disco duro y/o una unidad de memoria reemplazable y/o una memoria óptica y/o cualquier medio adecuado, al que pueda accederse mediante un ordenador o mediante otros dispositivos TI y aplicaciones.

- 25 Expresado de otro modo, la presente invención presenta un procedimiento para regular un dispositivo de quemador según la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se indican ejemplos de ejecución preferentes. La presente invención presenta además un producto de programa informático correspondiente según la reivindicación 6 y un medio de almacenamiento no volátil legible por ordenador correspondiente, según la reivindicación 7.

- 30 Lo mencionado se refiere a formas de ejecución individuales de la descripción. Pueden efectuarse distintas modificaciones en las formas de ejecución, sin desviarse de la idea básica y sin abandonar el marco de esta descripción. El objeto de la presente descripción está definido mediante sus reivindicaciones. Pueden efectuarse las más diversas modificaciones sin abandonar el área de protección de las siguientes reivindicaciones.

Símbolos de referencia

- 1: Dispositivo de quemador
- 35 2: Cámara de combustión
- 3: Soplador con velocidad de rotación (opcionalmente) modificable
- 4: Compuerta de aire con accionamiento de ajuste
- 5: Aire de combustión
- 6: Combustible para combustión, así como canal de suministro de combustible
- 40 7: Válvula de bloqueo de seguridad
- 8: Válvula de bloqueo de seguridad
- 9: Actuador de combustible con accionamiento de ajuste para modificar el suministro de combustible
- 10: Gas de escape
- 11: Canal de suministro de aire
- 45 12: Sensor para registrar el suministro de aire (flujo másico de aire / velocidad de rotación, etc.)

- 13: Dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización
- 14: Señal de control para compuerta de aire (ángulo de ajuste)
- 15: Señal de control para la velocidad de rotación del soplador (opcional)
- 16: Señal de medición del sensor de suministro de aire
- 5 17: Señal de abierto / cerrado para la válvula de bloqueo de seguridad
- 18: Señal de abierto / cerrado para la válvula de bloqueo de seguridad
- 19: Señal de control para el actuador de combustible (por ejemplo ángulo de ajuste / posición de paso)
- 20: Sensor para el registro del índice de aire λ (sensor de O_2 / electrodo de ionización, etc.)
- 21: Señal de medición del sensor de índice de aire para el registro del índice de aire
- 10 22: Requerimiento de aire mínimo para el respectivo combustible
- 23: Parámetro de combustible individual, escalar, $h = H_U / L_{\min}$
- 24: Distintos gases de la segunda familia de gases incluyendo gases especiales (mezclas de gases con metano como gas base)
- 25: Gas especial de la segunda familia de gases (aquí mezcla de propano-aire)
- 15 26: Distintos gases de la tercera familia de gases (mezclas de propano)
- 27: Gas especial de la primera familia de gases
- 28: Gas especial de la primera familia de gases
- 29: Gas especial de la primera familia de gases
- 30: Hidrógeno y mezclas de metano-hidrógeno
- 20 31: Valor límite del requerimiento de aire mínimo L_{\min} de los gases entre la segunda y la tercera familia de gases
- 32: Valor límite del requerimiento de aire mínimo L_{\min} de los gases entre la segunda familia de gases y mezclas de metano-hidrógeno

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para regular un dispositivo de quemador (1), el dispositivo de quemador (1) comprende una cámara de combustión (2), un canal de suministro de aire (11) que conduce hacia la cámara de combustión (2), que comprende al menos un actuador de aire (3, 4) que está diseñado para regular un valor de un suministro de aire \dot{V}_L a través del canal de suministro de aire (11), y un canal de suministro de combustible (6) que conduce hacia la cámara de combustión (2), que comprende al menos un actuador de combustible (9) que está diseñado para regular un valor de un suministro de combustible \dot{V}_B a través del canal de suministro de combustible (6), el dispositivo de quemador (1) comprende al menos un sensor del índice de aire (20) y un dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización (13) que comprende una memoria en la que está almacenado al menos un valor característico (31, 32), que comprende un requerimiento de aire mínimo, el procedimiento comprende las etapas:
 - registro de al menos una señal de índice de aire (21) mediante al menos un sensor del índice de aire (20) y procesamiento de al menos una señal de índice de aire (21) para formar un valor de un índice de aire λ ;
 - registro de al menos una señal de suministro de aire (14 - 16) que es una medida para un valor del suministro de aire \dot{V}_L , regulado mediante al menos un actuador de aire (3, 4), a través del canal de suministro de aire (11) hacia la cámara de combustión (2), y procesamiento de al menos una señal de suministro de aire (14 - 16) para formar un valor de suministro de aire \dot{V}_L ;
 - registro de al menos una señal de suministro de combustible (17 - 19) que es una medida para un valor de un suministro de combustible \dot{V}_B , regulado mediante al menos un actuador de combustible (9), a través del canal de suministro de combustible (6) hacia la cámara de combustión (2), y procesamiento de al menos una señal de suministro de combustible (17 - 19) para formar un valor de suministro de combustible \dot{V}_B ;
 - cálculo de un requerimiento de aire mínimo (22) como función del valor del suministro de aire \dot{V}_L y como función del valor del suministro de combustible \dot{V}_B y como función del valor del índice de aire λ ;
 - comparación del requerimiento de aire mínimo (22) calculado con el requerimiento de aire mínimo de al menos un valor característico (31, 32) almacenado en la memoria del dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización (13);
 - asociación de un grupo de combustible en base a la comparación del requerimiento de aire mínimo (22) calculado con el requerimiento de aire mínimo de al menos un valor característico (31, 32) almacenado en la memoria del dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización (13);
 - puesta a disposición de un parámetro de combustible escalar individual h como función del grupo de combustible asociado;
 - medición y/o predeterminación de un valor de un suministro de aire \dot{V}_L a través del canal de suministro de aire (11);
 - medición y/o predeterminación de un valor de un índice de aire X ;
 - cálculo de un valor real P_{real} de una potencia del dispositivo de quemador (1) en base al valor medido y/o predeterminado del suministro de aire \dot{V}_L , al valor medido y/o predeterminado del índice de aire λ y al parámetro de combustible escalar individual h según $P_{\text{real}} = \frac{h}{\lambda} \cdot \dot{V}_L$; y
 - regulación del dispositivo de quemador (1) mediante al menos un actuador de combustible (9) y preferentemente al menos un actuador de aire (3, 4) en función del valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador (1) y en función de un valor objetivo P_{objetivo} de la potencia del dispositivo de quemador (1), hasta que se alcanza el valor objetivo P_{objetivo} de la potencia del dispositivo de quemador (1).
2. El procedimiento según la reivindicación 1, donde el canal de suministro de aire (11) conduce directamente hacia la cámara de combustión (2) y el canal de suministro de combustible (6) conduce directamente hacia la cámara de combustión (2).

3. El procedimiento según la reivindicación 1, donde el canal de suministro de aire (11) y el canal de suministro de aire (6), desembocan delante de la cámara de combustión (2) en un suministro de mezcla en común, que conduce hacia la cámara de combustión (2).

5 4. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, donde al menos un valor característico (31, 32) almacenado en la memoria del dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización (13) comprende el requerimiento de aire mínimo en forma de un valor límite (31, 32);

donde el valor límite (31, 32) delimita valores del requerimiento de aire mínimo de un primer y de un segundo grupo de combustible; y

donde el procedimiento comprende la siguiente etapa:

10 asociación del requerimiento de aire mínimo (22) calculado al primer o al segundo grupo de combustible mediante el valor límite (31, 32) de al menos un valor característico (31, 32) almacenado en el dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización (13).

5. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, donde la etapa del cálculo del requerimiento de aire mínimo, como función del valor del suministro de aire \dot{V}_L y como función del valor del suministro de combustible \dot{V}_B y como función del valor del índice de aire λ , comprende la etapa:

cálculo del requerimiento de aire mínimo como cociente desde el valor del suministro de aire \dot{V}_L y de un producto desde el valor del suministro de combustible \dot{V}_B y desde el valor del índice de aire λ .

6. Producto de programa informático que comprende órdenes que, durante la ejecución del programa, mediante un dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización (13) para un dispositivo de quemador (1), el dispositivo de quemador (1) comprende una cámara de combustión (2), un canal de suministro de aire (11) que conduce hacia la cámara de combustión (2), que comprende al menos un actuador de aire (3, 4) que está diseñado para regular un valor de un suministro de aire \dot{V}_L a través del canal de suministro de aire (11), y un canal de suministro de combustible (6) que conduce hacia la cámara de combustión (2), que comprende al menos un actuador de combustible (9) que está diseñado para regular un valor de un suministro de combustible \dot{V}_B a través del canal de suministro de combustible (6), el dispositivo de quemador (1) comprende al menos un sensor del índice de aire (20), el dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización (13) comprende una memoria en la que está almacenado al menos un valor característico (31, 32), que comprende un requerimiento de aire mínimo, disponen al dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización (13) a:

30 registrar al menos una señal de índice de aire (21) mediante al menos un sensor del índice de aire (20) y a procesar al menos una señal de índice de aire (21) para formar un valor de un índice de aire λ ;

35 registrar al menos una señal de suministro de aire (14 - 16) que es una medida para un valor del suministro de aire \dot{V}_L , regulado mediante al menos un actuador de aire (3, 4), a través del canal de suministro de aire (11) hacia la cámara de combustión (2), y a procesar al menos una señal de suministro de aire (14 - 16) para formar un valor de un suministro de aire \dot{V}_L ;

40 registrar al menos una señal de suministro de combustible (17 - 19) que es una medida para un valor de un suministro de combustible \dot{V}_B , regulado mediante al menos un actuador de combustible (9), a través del canal de suministro de combustible (6) hacia la cámara de combustión (2), y a procesar al menos una señal de suministro de combustible (17 - 19) para formar un valor de un suministro de combustible \dot{V}_B ;

calcular un requerimiento de aire mínimo (22) como función del valor del suministro de aire \dot{V}_L y como función del valor del suministro de combustible \dot{V}_B y como función del valor del índice de aire λ ;

45 comparar el requerimiento de aire mínimo (22) calculado con el requerimiento de aire mínimo de al menos un valor característico (31, 32) almacenado en la memoria del dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización (13);

asociar un grupo de combustible en base a la comparación del requerimiento de aire mínimo (22) calculado con el requerimiento de aire mínimo de al menos un valor característico (31, 32) almacenado en la memoria del dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización (13);

poner a disposición un parámetro de combustible escalar individual h como función del grupo de combustible asociado;

calcular un valor real P_{real} de una potencia del dispositivo de quemador (1) en base al valor medido y/o predeterminado del suministro de aire \dot{V}_L , al valor medido y/o predeterminado del índice de aire λ y al

5 parámetro de combustible escalar individual h según $P_{\text{real}} = \frac{h}{\lambda} \cdot \dot{V}_L$; y a

regular el dispositivo de quemador (1) mediante al menos un actuador de combustible (9) y preferentemente al menos un actuador de aire (3, 4) en función del valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador (1) y en función de un valor objetivo P_{objetivo} de la potencia del dispositivo de quemador (1), hasta que se alcanza el valor objetivo P_{objetivo} de la potencia del dispositivo de quemador (1).

7. Medio de almacenamiento no volátil, legible por ordenador, que almacena un conjunto de órdenes para ejecutar mediante al menos un dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización (13) para un dispositivo de quemador (1), el dispositivo de quemador (1) comprende una cámara de combustión (2), un canal de suministro de aire (11) que conduce hacia la cámara de combustión (2), que comprende al menos un actuador de aire (3, 4) que está diseñado para regular un valor de un suministro de aire \dot{V}_L a través del canal de suministro de aire (11), y un canal de suministro de combustible (6) que conduce hacia la cámara de combustión (2), que comprende al menos un actuador de combustible (9) que está diseñado para regular un valor de un suministro de combustible \dot{V}_B a través del canal de suministro de combustible (6), el dispositivo de quemador (1) comprende al menos un sensor del índice de aire (20), el dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización (13) comprende una memoria en la que está almacenado al menos un valor característico (31, 32), que comprende un requerimiento de aire mínimo, donde el conjunto de órdenes, cuando es ejecutado por el dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización (13);

registra al menos una señal de índice de aire (21) mediante al menos un sensor del índice de aire (20) y y procesa al menos una señal de índice de aire (21) para formar un valor de un índice de aire λ ;

registra al menos una señal de suministro de aire (14 - 16) que es una medida para un valor del suministro de aire \dot{V}_L , regulado mediante al menos un actuador de aire (3, 4), a través del canal de suministro de aire (11) hacia la cámara de combustión (2), y procesa al menos una señal de suministro de aire (14 - 16) para formar un valor de suministro de aire \dot{V}_L ;

registra al menos una señal de suministro de combustible (17 - 19) que es una medida para un valor de un suministro de combustible \dot{V}_B , regulado mediante al menos un actuador de combustible (9), a través del canal de suministro de combustible (6) hacia la cámara de combustión (2), y procesa al menos una señal de suministro de combustible (17 - 19) para formar un valor de suministro de aire \dot{V}_B ;

calcula un requerimiento de aire mínimo (22) como función del valor del suministro de aire \dot{V}_L y como función del valor del suministro de combustible \dot{V}_B y como función del valor del índice de aire λ ;

compara el requerimiento de aire mínimo (22) calculado con el requerimiento de aire mínimo de al menos un valor característico (31, 32) almacenado en la memoria del dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización (13);

asocia un grupo de combustible en base a la comparación del requerimiento de aire mínimo (22) calculado con el requerimiento de aire mínimo de al menos un valor característico (31, 32) almacenado en la memoria del dispositivo de regulación y/o de control y/o de monitorización (13);

pone a disposición un parámetro de combustible escalar individual h como función del grupo de combustible asociado;

calcula un valor real P_{real} de una potencia del dispositivo de quemador (1) en base al valor medido y/o predeterminado del suministro de aire \dot{V}_L , al valor medido y/o predeterminado del índice de aire λ y al

45 parámetro de combustible escalar individual h según $P_{\text{real}} = \frac{h}{\lambda} \cdot \dot{V}_L$; y

regula el dispositivo de quemador (1) mediante al menos un actuador de combustible (9) y preferentemente al menos un actuador de aire (3, 4) en función del valor real P_{real} de la potencia del dispositivo de quemador (1) y en función de un valor objetivo P_{objetivo} de la potencia del dispositivo de quemador (1).

quemador (1), hasta que se alcanza el valor objetivo P_{objetivo} de la potencia del dispositivo de quemador (1).

DIBUJOS

FIG 1

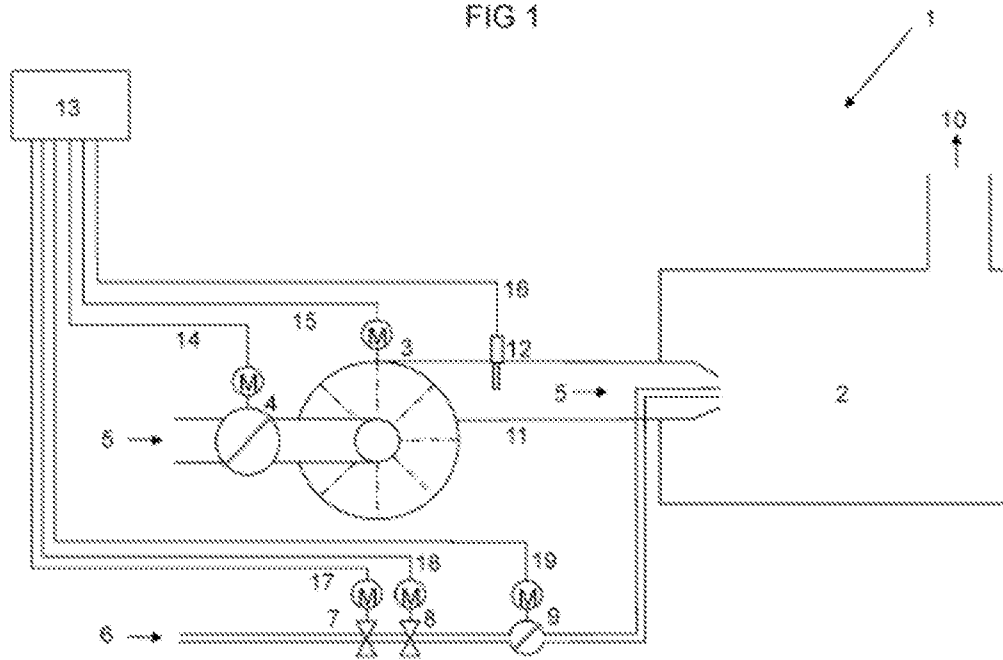


FIG 2

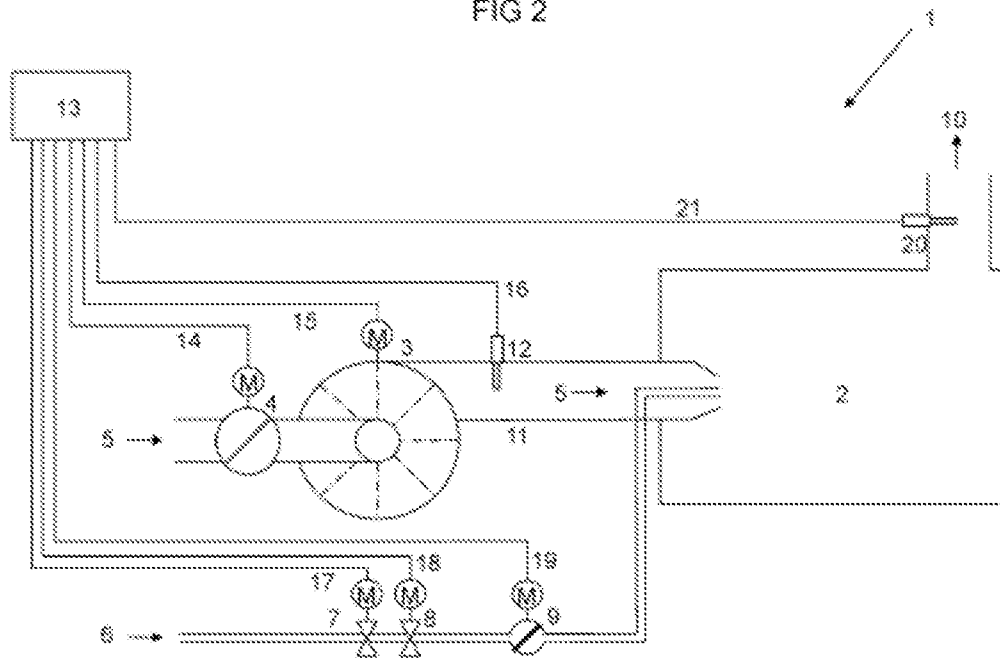


FIG 3

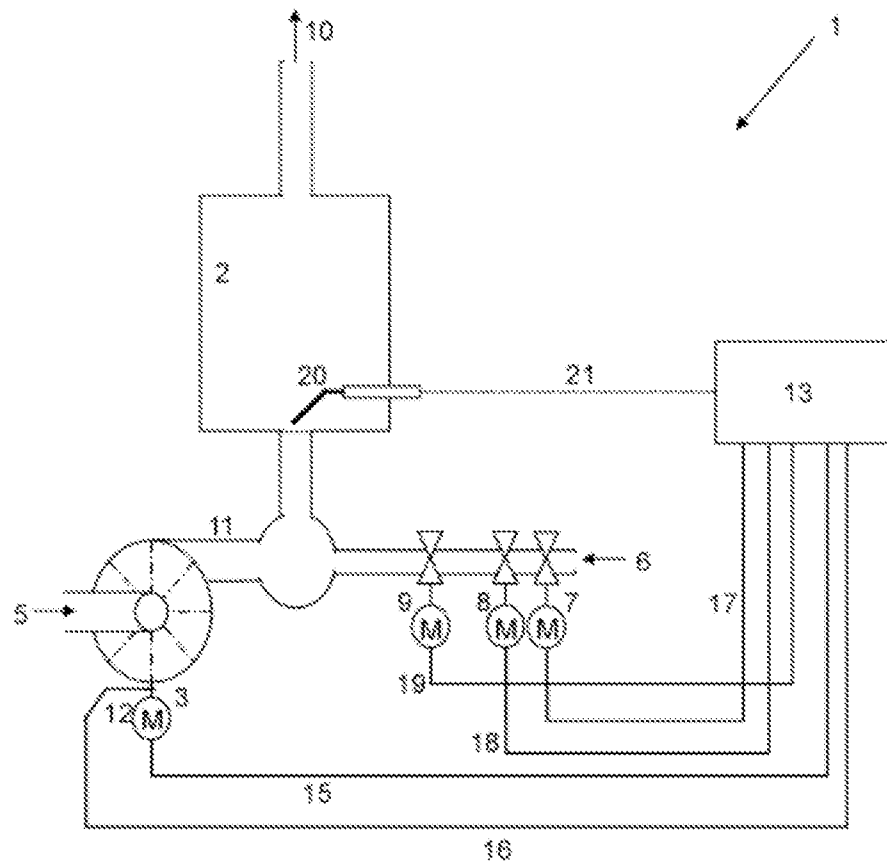


FIG 4

