

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 278**

51 Int. Cl.:

F23N 1/02 (2006.01)

F23N 5/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2012 E 12176837 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 2549187**

54 Título: **Método y dispositivo para la regulación de la proporción de aire de un quemador**

30 Prioridad:

18.07.2011 DE 102011079325

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

26.06.2017

73 Titular/es:

**VISSMANN WERKE GMBH & CO KG (100.0%)
Viessmannstrasse 1
35107 Allendorf, DE**

72 Inventor/es:

**JOHN, WERNER y
RIES, MARTIN**

74 Agente/Representante:

IGARTUA IRIZAR, Ismael

ES 2 619 278 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

Método y dispositivo para la regulación de la proporción de aire de un quemador

- 5 La invención se refiere a un método y a un dispositivo para la regulación de la proporción de aire de un quemador, en particular de un quemador de aceite o gas.

Antecedentes de la invención

- 10 En el estado de la técnica se conocen métodos para la regulación de la proporción de aire de quemadores. En estos, se ajusta una relación aire-combustible (denominada proporción de aire o valor λ) de una mezcla de aire-combustible mediante la variación de una velocidad de giro de ventilador o regulación de una válvula de combustible a un valor deseado. De este modo, valores preferidos para la proporción de aire λ se encuentran en un intervalo de desde 1,15 hasta 1,3, en el que el combustible se quema con exceso de aire. Mediante la monitorización y correspondiente reajuste de la proporción de aire puede conseguirse también en el caso de condiciones de entorno fluctuantes y en el caso de una calidad de combustible cambiante, como existe por ejemplo en el caso del cambio del suministro de combustible de gas natural a gas licuado, una combustión óptima con respecto a la emisión de sustancias nocivas y el rendimiento técnico de encendido.

- 20 En el estado de la técnica se conocen métodos en los que tiene lugar el registro de la proporción de aire mediante la medición de una corriente de ionización que sale de un electrodo de ionización incorporado en el espacio de combustión. A este respecto, se aplica en el electrodo de ionización una tensión alternativa y se registra una corriente rectificadora que sale del electrodo de ionización, debido a la característica rectificadora de la llama, como corriente de ionización. Por medio de un circuito de control se compara entonces la medida de corriente de ionización con un valor teórico correspondiente al valor teórico ajustado de la proporción de aire para la corriente de ionización, y se reajusta de manera correspondiente la composición de la mezcla aire-combustible. Un método de este tipo se da a conocer por ejemplo en el documento DE 44 33 425 A1.

- 30 En el caso de este método surge un problema del hecho de que puede cambiarse el acoplamiento térmico entre el electrodo de ionización y el quemador en el transcurso de la duración de funcionamiento del quemador. Los motivos para ello son entre otros una deformación del electrodo de ionización, envejecimiento, desgaste y contaminación del mismo, así como un cubrimiento con hollín del quemador. De manera correspondiente, en el caso de una proporción de aire real constante, se cambia también la medida de corriente de ionización en el electrodo de ionización, es decir, se influye en el factor de proporcionalidad entre la proporción de aire real y la medida de corriente de ionización mediante los efectos mencionados anteriormente. Por tanto, para aún así poder seguir reajustando de manera fiable la proporción de aire, es necesaria una calibración de la determinación de proporción de aire, o una determinación de un factor de proporcionalidad adicional entre la proporción de aire real y la medida de corriente de ionización.

- 40 En el documento DE 195 39 568 C1 se da a conocer un método para la calibración de la determinación de proporción de aire que se basa en la medición de la corriente de ionización. En este método, la proporción de aire en la zona $\lambda=1$ (combustión estequiométrica) se desciende de manera consciente a distancias regulares para determinar la corriente de ionización que se produce de manera máxima. Partiendo del par de valores determinados de ese modo ($\lambda=1$, corriente de ionización que se produce de manera máxima) puede calcularse un factor de proporcionalidad entre la proporción de aire real y la medida de corriente de ionización.

- 50 Sin embargo, ha resultado ser desventajoso en este método que, en la zona de proporción de aire $\lambda=1$, la emisión de sustancias nocivas aumente claramente comparada con la zona de proporción de aire óptima, en la que tiene lugar una combustión con exceso de aire. Además, un funcionamiento del quemador en la zona de proporción de aire $\lambda=1$ condiciona una producción de calor aumentada, para la cual debe proporcionarse una capacidad de disminución de calor correspondiente. Precisamente durante los meses de verano, en los que el quemador normalmente se hace funcionar a modo de calentador continuo, a menudo no está disponible una capacidad de disminución de calor necesaria para el mismo. En particular con respecto a una reducción deseada de la emisión de sustancias nocivas del quemador, y también con respecto a un aumento de su eficiencia, el método propuesto en el documento DE 195 39 568 C1 debe contemplarse como que necesita mejorar.

- 60 Por el documento EP 1811230 A2 se conoce un quemador con una superficie de quemador y un electrodo de encendido dispuesto aguas abajo del quemador, en el que se registra una resistencia eléctrica en el lado orientado en sentido opuesto a la llama de la superficie de quemador. A partir de la resistencia eléctrica registrada se determina, a través de una relación temperatura-resistencia, la temperatura de la superficie de quemador. A este respecto, se elige esta manera particular de determinación de temperatura para evitar un adentramiento de un electrodo de medición en el espacio de combustión. La resistencia registrada se usa además para la detección de la llama, así como para el ajuste de la relación aire-combustible. Esto último ocurre porque, en primer lugar, se inicia el valor de proporción de aire $\lambda=1$, con el que la temperatura de llama es máxima y con ello también la resistencia eléctrica registrada y, partiendo de este punto, la mezcla de aire combustible se empobrece en una relación

predeterminada, o hasta que se consigue un valor de medición predeterminado de la resistencia eléctrica registrada. Con ello, también surge en el quemador del documento EP 1811230 A2 el problema de que debe iniciarse en primer lugar el valor de proporción de aire $\lambda=1$, lo que, como se desarrolla anteriormente, está conectado con una emisión de sustancias nocivas aumentada y una salida de calor indeseada.

El documento DE 10 2008 053 959 B4 da a conocer un aparato de tratamiento de alimentos con quemador. El quemador comprende una pared exterior cilíndrica y una pared interior permeable a un fluido de combustión dispuesta de manera coaxial con respecto a la pared exterior. En el interior de la pared interior está formado un espacio hueco, en el que tiene lugar principalmente la combustión. Un electrodo de encendido está dispuesto de tal manera que se adentra desde fuera a través de la pared exterior y la pared interior en el espacio hueco. Este electrodo de encendido puede usarse adicionalmente para su funcionamiento como electrodo de encendido para la medición o bien de una corriente de ionización o bien de la temperatura de llama. Sin embargo, en este caso también se encuentra el problema de que puede influirse en particular en la medición de corriente de ionización mediante un cambio del acoplamiento térmico entre el quemador y el electrodo de encendido, por ejemplo mediante el envejecimiento del electrodo de encendido, y con ello no se ofrece una precisión suficientemente alta, tal como sería necesario por ejemplo para la regulación de proporción de aire.

Finalmente, por el documento EP 1591723 A2 se conoce un electrodo con un cuerpo de material cerámico aislante y una zona solicitada por la llama compuesta por un cuerpo de material cerámico eléctricamente conductor. Este electrodo es especialmente resistente a la corrosión y puede emplearse según su disposición concreta en un quemador o bien como electrodo para la medición de corriente de ionización o bien como parte de un par de electrodos de encendido.

Resumen de la invención

Es un objetivo de la presente invención crear un método y un dispositivo para la regulación de la proporción de aire de un quemador, en particular de un quemador de aceite o gas, que estén libres de los problemas mencionados anteriormente. Es un objetivo adicional de la invención permitir, con medios simples, una calibración de la determinación de proporción de aire. Es un objetivo adicional de la invención aumentar la calidad de la determinación de proporción de aire.

Para alcanzar estos objetivos se proponen el método según la invención con las características de la reivindicación 1 y el dispositivo según la invención con las características de la reivindicación 9. Los desarrollos ventajosos de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Según un primer aspecto de la invención se propone un método para la regulación de la proporción de aire de un quemador, en particular de un quemador de gas o aceite, con un electrodo de encendido, medios para la generación de una tensión de encendido, conectable con el electrodo de encendido, y un electrodo de ionización, que puede ser suministrado con una tensión de ionización, comprendiendo el método desconectar el electrodo de encendido de los medios para la generación de la tensión de encendido, detectar una primera señal eléctrica en el electrodo de ionización y deducir una primera señal dependiente de una proporción de aire en función de la primera señal eléctrica, detectar una segunda señal eléctrica en el electrodo de encendido, y deducir una segunda señal dependiente de la proporción de aire en función de la segunda señal eléctrica, determinar una variable controlada para el funcionamiento del quemador en función de la primera señal dependiente de la proporción de aire y la segunda señal dependiente de la proporción de aire, comparar la primera señal dependiente de la proporción de aire y la segunda señal dependiente de la proporción de aire, y si la diferencia de la primera señal dependiente de la proporción de aire y de la segunda señal dependiente de la proporción de aire supera un valor umbral, realizar una operación de calibración para la corrección de la primera señal dependiente de la proporción de aire.

El conocimiento de la invención se basa en que, además de la corriente de ionización, puede usarse la temperatura de llama como segunda variable para la regulación de proporción de aire y para la calibración de la determinación de proporción de aire. También puede deducirse, a partir de la temperatura de llama, en el caso de una potencia de quemador conocida, la proporción de aire de la mezcla aire-combustible de manera fiable con una alta precisión. Sin embargo, según el conocimiento de los inventores, la temperatura de llama no es adecuada en sí misma como variable de referencia para la regulación de proporción de aire, dado que las sondas de temperatura que registra la temperatura de llama, debido a un tiempo de calentamiento finito, solo pueden reaccionar con un retraso temporal a los cambios que se producen de la temperatura de llama. Normalmente se obtienen como resultado a partir de ello retrasos de desde aproximadamente un segundo hasta tres segundos para la determinación de la proporción de aire. Por tanto, una regulación de proporción de aire conduciría por sí sola, basándose en la temperatura de llama, a una emisión de sustancias nocivas aumentada y a una eficiencia reducida de la combustión. Debido al retraso temporal en el registro de la temperatura de llama, la temperatura de llama tampoco es adecuada para la detección de la llama, es decir como variable de detección para un denominado controlador de llama.

A pesar de todo, tal como han reconocido los inventores, la temperatura de llama sí que es adecuada como variable de calibración para la determinación de proporción de aire por medio de una medición de corriente de ionización. Para ello debe producirse solamente un estado estable del quemador, de modo que el retraso temporal de la

determinación de proporción de aire por medio de una medición de temperatura de llama no tenga ninguna influencia en la determinación de la proporción de aire. En un estado estable de este tipo, puede calibrarse entonces, mediante la comparación de los valores de proporción de aire determinados por medio de la medición de corriente de ionización y la medición de temperatura de llama, la determinación de proporción de aire por medio de la medición de corriente de ionización. Mediante el registro de dos señales dependientes de la proporción de aire independientes entre sí, puede reconocerse por consiguiente la necesidad de la calibración de la determinación de proporción de aire basándose en la corriente de ionización, y entonces llevarse a cabo de manera sencilla. Con ello, no es necesario un descenso de la proporción de aire en la zona de proporción de aire $\lambda=1$ a distancias regulares aceptando las desventajas señaladas.

Por el método según la invención también se obtienen como resultado varias ventajas para la propia regulación de proporción de aire. En primer lugar, se crean, mediante la presencia simultánea de una primera señal dependiente de la proporción de aire, que se deduce a partir de una corriente de ionización, y una segunda señal dependiente de la proporción de aire, que se deduce a partir de la temperatura de llama, un sistema completamente bicanal con una seguridad a prueba de errores aumentada. En particular, en este sistema puede mantenerse, también en el caso de la eliminación de una de las dos señales, por ejemplo mediante un fallo en el electrodo correspondiente o en el conducto de señal correspondiente, un funcionamiento de emergencia en el que puede regularse además la proporción de aire aunque con limitaciones.

Además el método propuesto une de manera ventajosa el tiempo corto de reacción de la medición de corriente de ionización con la fiabilidad y precisión de la determinación de proporción de aire por medio de la medición de temperatura de llama. Dado que están disponibles para la regulación de proporción de aire tanto una primera señal dependiente de la proporción de aire, que se deduce a partir de una corriente de ionización, como una segunda señal dependiente de la proporción de aire, que se deduce de la temperatura de llama, se abren numerosas posibilidades ventajosas de la evaluación de señales. Por ejemplo, puede reaccionarse de este modo a cambios de las condiciones de entorno o la calidad de combustible, que repercuten en un cambio de la proporción de aire, mediante la proporción de aire real determinada en función de la corriente de ionización, con un tiempo muy corto de reacción, mediante lo cual el quemador puede hacerse funcionar siempre en la zona de la proporción de aire óptima. Por otro lado, puede determinarse de manera muy precisa, en el caso de condiciones de entorno constantes y calidad de combustible constante, la proporción de aire real por medio de la medición de temperatura de llama, por lo que la proporción de aire puede reajustarse de manera muy precisa. En este sentido, puede conseguirse así, en el caso de condiciones de entorno constantes y calidad de combustible constante, un resultado mejorado de combustión.

Con ello, el método según la invención une, mediante la evaluación temporal de la medición de corriente de ionización y de la medición de temperatura de llama, no sólo las ventajas en cada caso de una determinación de proporción de aire por medio de una medición de corriente de ionización y de una determinación de proporción de aire por medio de una medición de temperatura de llama, sino que ofrece además otras ventajas adicionales, que no podrían conseguirse considerando solo una de las dos posibilidades para la determinación de proporción de aire. A estas ventajas adicionales pertenecen por ejemplo un aumento de la fiabilidad del quemador, una posibilidad de calibración especialmente sencilla de la determinación de proporción de aire durante el funcionamiento del quemador en curso, una detección que reacciona de manera especialmente rápida de la extinción de la llama con al mismo tiempo una determinación de proporción de aire muy precisa, así como una determinación de proporción de aire que reacciona de manera especialmente rápida y al mismo tiempo muy precisa.

Adicionalmente, los inventores han reconocido que la temperatura de llama puede determinarse de manera sencilla aprovechando el denominado efecto termoelectrónico mediante una tensión tomada en el electrodo de encendido del quemador. Este electrodo de encendido está disponible en cada quemador obligatoriamente en el espacio de combustión y ya no se requiere, después de haberse encendido una vez la mezcla aire-combustible, para el funcionamiento del quemador. De esta manera, se obtiene como resultado en particular la ventaja de que el método según la invención puede llevarse a cabo de manera económica, y no es necesaria ninguna modificación constructiva de la cámara de combustión para poner a disposición de la regulación de proporción de aire la segunda señal dependiente de la proporción de aire. De ese modo, se obtiene como resultado adicionalmente la posibilidad de reequipar de manera económica sistemas de quemadores ya existentes.

Según un perfeccionamiento ventajoso de la invención, la operación de calibración comprende ajustar una potencia de quemador a un valor de potencia predeterminado, detectar la primera señal eléctrica con el valor de potencia predeterminado y deducir la primera señal dependiente de la proporción de aire con el valor de potencia predeterminado, detectar la segunda señal eléctrica con el valor de potencia predeterminado y deducir la segunda señal dependiente de la proporción de aire con el valor de potencia predeterminado, y determinar una variable de calibración en función de la primera señal dependiente de la proporción de aire deducida al valor de potencia predeterminado y la segunda señal dependiente de la proporción de aire deducida al valor de potencia predeterminado.

Preferiblemente, la determinación de la variable de calibración tiene lugar mediante la formación de una relación de la primera señal dependiente de la proporción de aire deducida al valor de potencia predeterminado y de la segunda

señal dependiente de la proporción de aire deducida al valor de potencia predeterminado. De ese modo, puede llevarse a cabo de manera especialmente sencilla la calibración de la determinación de proporción de aire.

5 Una ventaja adicional se obtiene como resultado cuando la primera señal dependiente de la proporción de aire y la segunda señal dependiente de la proporción de aire están presentes al mismo tiempo durante la determinación de la variable de control para el funcionamiento del quemador. De esta manera, puede crearse un sistema bicanal según la norma EN 60730-1 anexo H para la regulación de proporción de aire.

10 Se propone además que la primera señal dependiente de la proporción de aire y la segunda señal dependiente de la proporción de aire durante la determinación de la variable de control para el funcionamiento del quemador se ponderen en cada caso con un factor de ponderación. Preferiblemente, estos factores de ponderación son dependientes del tiempo. Por ejemplo, durante un espacio de tiempo en el que el quemador se encuentra en un funcionamiento estable, la segunda señal dependiente de la proporción de aire puede ponderarse más alta. Esta presenta concretamente, en el caso de cambios de la proporción de aire presente, un tiempo de reacción más largo que la primera señal dependiente de la proporción de aire, pero permite por otro lado una determinación de la proporción de aire con una precisión más alta. A la inversa, durante un espacio de tiempo en el que la proporción de aire presente fluctúa fuertemente, puede ponderarse más alta la primera señal dependiente de la proporción de aire.

20 Según una configuración de la invención, la proporción de aire se regula en función de la variable de control para el funcionamiento del quemador.

25 Preferiblemente, la segunda señal eléctrica se suministra a un circuito amplificador, y la segunda señal dependiente de la proporción de aire se deduce a partir de una señal de salida del circuito amplificador. Por tanto, esta medida es razonable entre otras cosas dado que la segunda señal eléctrica ha resultado ser muy pequeña con respecto a la primera señal eléctrica.

30 Además, se propone que desconectar el electrodo de encendido de los medios para la generación de la tensión de encendido tenga lugar en función de una señal deducida a partir de la primera señal eléctrica. Preferiblemente, tiene lugar la desconexión, cuando se reconoce la existencia de una llama mediante una monitorización de llama que se basa en la medición de la corriente de ionización, y se considera que el estado del quemador es estable.

35 Según un segundo aspecto de la invención, se propone un quemador, en particular un quemador de gas o aceite, con un electrodo de encendido, medios para la generación de una tensión de encendido, conectables con el electrodo de encendido, medios para conectar el electrodo de encendido con los medios para la generación de la tensión de encendido y para desconectar el electrodo de encendido de los medios para la generación de la tensión de encendido, un electrodo de ionización, que puede ser suministrado con una tensión de ionización, una unidad de medición para detectar una primera señal eléctrica en el electrodo de ionización y una segunda señal eléctrica en el electrodo de encendido, estando conectado el electrodo de encendido como electrodo pasivo, medios para deducir una primera señal dependiente de una proporción de aire en función de la primera señal eléctrica y una segunda señal dependiente de una proporción de aire en función de la segunda señal eléctrica, medios para la determinación de una variable controlada para el funcionamiento del quemador en función de la primera señal dependiente de la proporción de aire y la segunda señal dependiente de la proporción de aire, medios para comparar la primera señal dependiente de la proporción de aire y la segunda señal dependiente de la proporción de aire, y medios para realizar una operación de calibración para la corrección de la primera señal dependiente de la proporción de aire, si la diferencia de la primera señal dependiente de la proporción de aire y de la segunda señal dependiente de la proporción de aire supera un valor umbral.

50 Preferiblemente, los medios para realizar la operación de calibración están configurados para ajustar una potencia de quemador a un valor de potencia predeterminado, y para la determinación de una variable de calibración en función de la primera señal dependiente de la proporción de aire deducida al valor de potencia predeterminado y la segunda señal dependiente de la proporción de aire deducida al valor de potencia predeterminado.

55 Los medios para realizar la operación de calibración están configurados preferiblemente para la determinación de la variable de calibración mediante la formación de una relación de la primera señal dependiente de la proporción de aire deducida al valor de potencia predeterminado y de la segunda señal dependiente de la proporción de aire deducida al valor de potencia predeterminado.

60 Según una configuración adicional de la invención, el quemador está configurado de tal manera que la primera señal dependiente de la proporción de aire y la segunda señal dependiente de la proporción de aire están en contacto al mismo tiempo, durante la determinación de la variable de control para el funcionamiento del quemador, con los medios para la determinación de la variable de control para el funcionamiento del quemador.

65 Preferiblemente, los medios para la determinación de la variable de control están configurados de tal manera que la primera señal dependiente de la proporción de aire y la segunda señal dependiente de la proporción de aire se ponderan, durante la determinación de la variable de control para el funcionamiento del quemador, en cada caso con un factor de ponderación.

El quemador según la invención puede comprender además medios para la regulación de la proporción de aire en función de la variable de control para el funcionamiento del quemador.

5 Preferiblemente, el quemador comprende un circuito amplificador, al que se suministra la segunda señal eléctrica, deduciéndose la segunda señal dependiente de la proporción de aire a partir de una señal de salida del circuito amplificador.

10 Según una realización adicional ventajosa de la invención, los medios para desconectar el electrodo de encendido de los medios para la generación de la tensión de encendido desconectan el electrodo de encendido de los medios para la generación de la tensión de encendido en función de una señal deducida a partir de la primera señal eléctrica.

15 **Breve descripción de los dibujos**

Otras realizaciones ventajosas, a las que sin embargo no se limita la invención en cuanto a su alcance, se obtienen como resultado a partir de la siguiente descripción mediante los dibujos. Muestran en detalle:

20 la figura 1 una representación esquemática del quemador según la invención

la figura 2 un diagrama de bloques del quemador según la invención

la figura 3 un diagrama de flujo para la ilustración del método según la invención

25 **Descripción detallada de la invención**

Un quemador según la invención se representa esquemáticamente en la figura 1. A continuación, se hará mención solo a quemadores de gas, siendo directamente evidente sin embargo para el experto que puede aplicarse, y de qué forma puede aplicarse la presente invención también a quemadores de aceite.

30 Según la figura 1, el quemador tiene una cámara 101 de combustión, en la que puede tener lugar una operación de combustión suministrándose una mezcla de aire-combustible, y en la que se adentran un electrodo 103 de ionización y un electrodo 102 de encendido. El electrodo 103 de ionización está en contacto con medios para la generación de una tensión de ionización (no mostrada) y con una unidad 106 de medición, que registra una primera señal 115a eléctrica del electrodo de ionización. De este modo, en el caso de la tensión de ionización se trata de una tensión alternativa, y en el caso de la primera señal 115a eléctrica de una corriente de ionización que sale del electrodo de ionización, que es una corriente continua, o de una tensión correspondiente a la corriente de ionización.

40 El electrodo 102 de encendido está en contacto con una unidad para generar una tensión 104 de encendido de tal manera que el electrodo 102 de encendido puede desconectarse de la unidad para generar una tensión 104 de encendido. Esto puede ocurrir mediante los medios 105 de desconexión conmutados entre el electrodo 102 de encendido y la unidad para generar una tensión 104 de encendido, que pueden estar implementados por ejemplo como una disposición de conmutadores. A este respecto, los medios 105 de desconexión están instalados en particular de tal manera que, tras una desconexión del electrodo 102 de encendido de la unidad para generar una tensión 104 de encendido, el electrodo 102 de encendido está conectado como electrodo pasivo. Mediante la unidad 106 de medición puede detectarse una segunda señal 115b eléctrica procedente del electrodo 102 de encendido, por ejemplo puede tomarse una tensión que está en contacto con el electrodo 102 de encendido conmutado de manera pasiva, que se forma debido al efecto termoelectrónico, y que es dependiente de la temperatura del electrodo 102 de encendido. Dado que la tensión tomada en el electrodo 102 de encendido conmutado de manera pasiva es muy pequeña con respecto a la tensión correspondiente a la corriente de ionización que sale del electrodo de ionización, es conveniente que la segunda señal 115b eléctrica se suministre a un circuito amplificador. Este circuito amplificador puede ser parte del dispositivo 106 de medición.

55 El efecto termoelectrónico mencionado anteriormente (también efecto Richardson, efecto Edison o efecto Edison-Richardson, véase por ejemplo Neil W. Ashcroft, N. David Mermin: Solid State Physics. Saunders College Publishing, Nueva York 1976, Págs. 362-364) señala el hecho de que en un electrodo metálico calentado por encima de una temperatura mínima dependiente del material los electrones vencen la función de trabajo, y pueden salir del electrodo. La corriente generada de ese modo permite inferir en la temperatura del electrodo.

60 Además, los medios 105 de desconexión están en contacto con el dispositivo 106 de medición y pueden recibir señales desde el dispositivo 106 de medición. De este modo, en función de una señal, que se deduce a partir de la primera señal 115a eléctrica registrada por el electrodo de ionización, que puede usarse de manera conocida en el estado de la técnica para el reconocimiento de una llama en la cámara 101 de combustión, puede desconectarse el electrodo 102 de encendido de la unidad para generar una tensión 104 de encendido por medio de los medios 105 de desconexión. Concretamente, el electrodo 102 de encendido según la invención se desconecta entonces de la unidad para generar una tensión 104 de encendido, si se reconoció por medio de una medición de corriente de

ionización una llama estable.

El dispositivo 106 de medición está en contacto con una unidad para deducir señales 107 que deduce, en función de la primera señal 115a eléctrica registrada por el dispositivo 106 de medición, una primera señal 116a dependiente de la proporción de aire y, en función de la segunda señal 115b eléctrica registrada por el dispositivo 106 de medición, una segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire. Para ello, están depositadas en la unidad para deducir señales 107 líneas características que permiten deducir, con la potencia de quemador conocida en cada caso a partir de las señales 115a, 115b eléctricas registradas por el electrodo 103 de ionización y el electrodo 102 de encendido, la proporción de aire. De manera correspondiente, la unidad para deducir señales 107 puede recurrir para una serie de potencias de quemador a una línea característica en cada caso, que relaciona la corriente de ionización y la proporción de aire entre sí, y una línea característica que relaciona la temperatura de llama, o la corriente que sale del electrodo 102 de encendido, y la proporción de aire entre sí. Si para una potencia de quemador real no está disponible ninguna línea característica, la proporción de aire en cada caso se determina mediante interpolación de las líneas características de las potencias de quemador más cercanas.

La unidad para deducir señales 107 está en contacto a su vez con una unidad para determinar una variable de control para el funcionamiento 108 del quemador y un comparador 109, a los que se transmiten en cada caso la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire y la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire.

En función de la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire y de la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire, la unidad para determinar una variable 108 de control determina una variable de control para el funcionamiento del quemador. Adicionalmente, puede entrar en la determinación de la variable de control una especificación de potencia del quemador o una velocidad de giro de ventilador correspondiente a la potencia momentánea. La unidad para determinar una variable 108 de control está en contacto con un control 112 de quemador y transmite una señal correspondiente a la variable de control para el funcionamiento del quemador al control 112 de quemador, que controla el quemador en función de esta señal/de la variable de control. El control 112 de quemador se describirá más en detalle más adelante mediante la figura 2.

Durante el funcionamiento del quemador puede cambiarse la relación entre la proporción de aire y la medida de corriente de ionización. Puede llegarse a esto por ejemplo por un envejecimiento, desgaste, contaminación o deformación del electrodo 103 de ionización o por un cubrimiento con hollín de la cámara 101 de combustión. Por consiguiente, puede desviarse la proporción de aire indizada mediante la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire de la proporción de aire real presente en la mezcla aire-combustible de la cámara 101 de combustión, mediante lo cual se empeora la calidad de la regulación de proporción de aire. Los efectos desventajosos mencionados anteriormente, que influyen en la determinación de proporción de aire por medio de la medición de corriente de ionización, apenas tiene influencia sin embargo en la determinación de proporción de aire por medio de la medición de temperatura de llama. Por tanto, un desvío entre la proporción de aire determinada por medio de la medición de corriente de ionización y la proporción de aire determinada por medio de la medición de temperatura de llama puede inferir en la necesidad de una nueva calibración de la determinación de proporción de aire por medio de la medición de corriente de ionización.

De manera correspondiente, el comparador 109 compara la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire y la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire entre sí. Siempre y cuando no se indique expresamente a continuación en cualquier caso, puede relacionarse una comparación de este tipo también con la comparación de una proporción de aire λ_{Ion} , que se obtiene a partir de la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire y de una proporción de aire λ_{Temp} , que se obtiene a partir de la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire. Si se observa un desvío durante la comparación, que supere una cantidad predeterminada, se emite una señal a un medio 110 de calibración, que está en contacto con el comparador 109. En respuesta a esta señal el medio 110 de calibración realiza una operación de calibración. Para poder realizar la operación de calibración, el medio 110 de calibración debe estar en posición de transmitir instrucciones de control al control 112 de quemador, a la unidad 106 de medición y a la unidad para deducir señales 107. Para garantizar esto, está el medio 110 de calibración en contacto con el control 112 de quemador y puede comunicarle a éste operaciones para parámetros de funcionamiento, como por ejemplo la potencia de quemador. En cierto modo, aunque no se muestra expresamente en la figura 1, el medio 110 de calibración también está en contacto con el dispositivo 106 de medición y el dispositivo para deducir señales 107 y puede transmitir instrucciones en cada caso a estos, por ejemplo para el registro de la primera y segunda señal 115a, 115b eléctrica o para deducir la primera y segunda señal 116a, 116b eléctrica dependiente de la proporción de aire.

Para la valoración de si está presente o no un desvío que supera una cantidad predeterminada entre la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire y la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire, el comparador 109 puede estar instalado para llevar a cabo una serie de métodos de comparación. Por ejemplo, puede compararse la diferencia de las dos señales con un valor umbral predeterminado. A este respecto, el valor umbral predeterminado puede ser dependiente de la potencia de quemador real, o un valor promedio de las dos señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire. También es concebible que el comparador 109 compare la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire, que corresponde a un instante actual, con la primera

señal 116a dependiente de la proporción de aire, que corresponde a un instante que se encuentra a una diferencia de tiempo Δt antes del instante actual, para considerar de este modo la reacción retrasada de la determinación de proporción de aire por medio de la medición de temperatura de llama. Como ya se destaca anteriormente, los métodos de comparación descritos en este caso pueden tener lugar también mediante la proporción de aire λ_{lon} obtenida a partir de la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire y la proporción de aire λ_{Temp} obtenida a partir de la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire.

La unidad para deducir señales 107, la unidad para determinar una variable 108 de control, el comparador 109 y el medio 110 de calibración son componentes de un circuito 111 de control. Este circuito 111 de control puede estar implementado como hardware, software, o como combinación de los dos.

El control 112 de quemador comprende un control 113 de ventilador para el control de la velocidad de giro de un ventilador 232 de aire (véase la figura 2), que regula la cantidad de aire suministrada a la cámara 101 de combustión, y por consiguiente la potencia de quemador, así como un control 114 de válvula para el control de una válvula 243 de gas (véase la figura 2), que regula la cantidad de gas que entra en la cámara 101 de combustión. El control 112 de quemador se describirá más en detalle mediante la figura 2.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques del quemador según la invención. Los elementos del quemador, que corresponden a los mostrados en la figura 1, están caracterizados por los mismos números de referencia. Los componentes principales del quemador de la figura 2 son la cámara 101 de combustión, el control 113 de ventilador, el control 114 de válvula y la unidad para determinar una variable 108 de control.

El control 113 de ventilador comprende un ventilador 232, un sensor 233 de velocidad de giro, así como un regulador 231. El ventilador 232 suministra aire de combustión a la cámara 101 de combustión, o a una cámara de precombustión conectada a la misma, en la que el aire de combustión se premezcla con gas como combustible. El sensor 233 de velocidad de giro, que puede estar configurado como sensor Hall, registra la velocidad de giro momentánea del ventilador 232. La potencia de quemador real es dependiente de la velocidad de giro del ventilador 232. De manera correspondiente, puede predeterminarse para el regulador 231 una especificación 210 de potencia. El regulador 231 transmite la especificación 210 de potencia en una especificación para la velocidad de giro de ventilador, por ejemplo, usando una línea característica de velocidad de giro-potencia de ventilador, y controla el ventilador en función de la especificación para la velocidad de giro de ventilador y la velocidad de giro de ventilador momentánea registrada mediante el sensor 233 de velocidad de giro. A este respecto, el regulador 231 puede ser un regulador proporcional integral y derivativo (PID), y el control del ventilador puede tener lugar por medio de una modulación de impulsos en anchura (PWM).

El control 114 de válvula comprende una válvula 243 de gas, una unidad 242 para el ajuste de un grado de apertura / de la válvula de gas, un sensor 244 de grado de apertura, así como un regulador 241. A través de la válvula 243 de gas fluye gas a la cámara 101 de combustión, o a una cámara de precombustión conectada a la misma, en la que el gas se premezcla con aire de combustión. El sensor 244 de grado de apertura registra el grado de apertura momentáneo / de la válvula 243 de gas. Para el regulador 241 puede predeterminarse una variable de ajuste, por ejemplo, una especificación para el grado de apertura I . El regulador 241 controla la válvula 243 de gas por medio de la unidad 242 para el ajuste del grado de apertura de la válvula de gas en función del grado de apertura / momentáneo registrado por el sensor 244 de grado de apertura y la especificación para el grado de apertura I . A este respecto, el regulador 241 puede ser un regulador PID, y el control de la válvula 243 de gas puede tener lugar por medio de PWM. Si el control de la válvula 243 de gas tiene lugar por medio de PWM, el sensor 244 de grado de apertura puede detectar una corriente de la unidad 242 para el ajuste del grado de apertura / de la válvula de gas y transmitirla al regulador 241, y la especificación para el grado de apertura / de la válvula 243 de gas puede ser una especificación para la corriente de modulación. La unidad 242 para el ajuste del grado de apertura de la válvula de gas y la válvula 243 de gas forman en este caso una válvula de modulación.

La unidad para determinar una variable 108 de control comprende una unidad 282 de determinación para la determinación de una velocidad de giro de ventilador relativa N_{rel} , en relación con una velocidad de giro de ventilador máxima $N_{m\acute{a}x}$, una unidad 284 de determinación para la determinación de un paso de aire de combustión Q_{aire} , una unidad 281 de determinación para la determinación de una relación de paso K , una unidad 283 de determinación para la determinación de un paso de gas Q_{gas} , una unidad 285 de determinación para la determinación de un grado de apertura relativo de la válvula de gas I_{rel} en relación con un grado de apertura máximo $I_{m\acute{a}x}$, y una unidad 286 de determinación para la determinación de un grado de apertura / de la válvula de gas.

La unidad 282 de determinación para la determinación de una velocidad de giro de ventilador relativa I_{rel} recibe una señal que anuncia la velocidad de giro de ventilador N momentánea del control 113 de ventilador, determinada basándose en esta señal y la velocidad de giro de ventilador máxima $N_{m\acute{a}x}$ depositada una velocidad de giro de ventilador relativa N_{rel} momentánea, y emite una señal que anuncia la velocidad de giro de ventilador relativa N_{rel} momentánea determinada de este modo a la unidad 284 de determinación para la determinación del paso de aire de combustión Q_{aire} . La unidad 284 de determinación para la determinación del paso de aire de combustión Q_{aire} determina, usando una línea característica de ventilador, a partir de la velocidad de giro de ventilador relativa N_{rel}

momentánea el paso de aire Q_{aire} momentáneo y emite una señal que anuncia el paso de aire de combustión Q_{aire} determinado de este modo a la unidad 283 de determinación para la determinación del paso de gas Q_{gas} . La línea característica de ventilador contiene una pluralidad de pares de valores (N_{rel} , Q_{aire}), y relaciona de ese modo la velocidad de giro de ventilador relativa N_{rel} y el paso de aire Q_{aire} entre sí.

5 La primera señal 116a dependiente de la proporción de aire, que pudo deducirse partiendo de la corriente de ionización registrada, y la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire, que pudo deducirse partiendo de la temperatura de llama registrada, se suministran a la unidad 281 de determinación para la determinación de la relación de paso K. Basándose en estas señales 116a, 116b, se determina la proporción de aire momentánea, por ejemplo mediante la formación del promedio de las proporciones de aire λ_{Ion} y λ_{Temp} determinadas correspondientes a las dos señales 116a, 116b. Para ello, las señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire, o las respectivas señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire que corresponden a las proporciones de aire determinadas λ_{Ion} y λ_{Temp} pueden dotarse de un factor de ponderación en cada caso, de modo que por ejemplo la determinación de proporción de aire por medio de la medición de corriente de ionización puede ponderarse más alta que la determinación de proporción de aire por medio de la medición de temperatura de llama, o a la inversa.

20 Como se desarrolla anteriormente, la determinación de proporción de aire por medio de la medición de corriente de ionización tiene la ventaja de que la siguen oscilaciones de la proporción de aire real con un retraso temporal muy corto, mientras que la determinación de proporción de aire por medio de la medición de temperatura de llama del desarrollo real de la proporción de aire sigue concretamente con un retraso temporal propio (aproximadamente de uno a tres segundos), pero tiene la ventaja de una precisión y fiabilidad mayores. Por consiguiente, ha resultado ventajoso diseñar de manera que pueden modificarse en función del tiempo los factores de ponderación dependiendo de modificaciones de la proporción de aire. Por ejemplo, en periodos de solo oscilaciones pequeñas de la proporción de aire, puede ponderarse más alta de manera correspondiente la determinación de proporción de aire por medio de la medición de temperatura de llama, lo que mejora la precisión y fiabilidad de la determinación de proporción de aire. Por otro lado, en periodos de oscilaciones fuertes de la proporción de aire, puede ponderarse más alta de manera correspondiente la determinación de proporción de aire por medio de la medición de corriente de ionización para mejorar el comportamiento de reacción de la regulación de proporción de aire. Pueden sacarse conclusiones de la fuerza de las oscilaciones de la proporción de aire real a partir de las dos señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire, pero en particular a partir de la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire.

35 Mediante la comparación de la proporción de aire momentánea determinada de este modo con una proporción de aire (óptima) predeterminada, la unidad 281 de determinación para la determinación de la relación de paso K determina una especificación para la relación de paso K, que indica la relación del paso de gas Q_{gas} con respecto al paso de aire Q_{aire} , o una especificación para un cambio relativo de la relación de paso K momentánea, y emite esta especificación, o una señal que anuncia la especificación, a la unidad 283 de determinación para la determinación del paso de gas Q_{gas} . La unidad 283 de determinación para la determinación del paso de gas Q_{gas} determina, basándose en el paso de aire Q_{aire} momentáneo suministrado por la unidad 284 de determinación para la determinación del paso de aire de combustión Q_{aire} y la especificación para la relación de paso K, o la especificación para el cambio relativo de la relación de paso momentánea, una especificación para el paso de gas Q_{gas} y emite una señal que anuncia esta especificación a la unidad 285 de determinación para la determinación del grado de apertura relativo I_{rel} de la válvula de gas.

45 La unidad 285 de determinación para la determinación del grado de apertura relativo I_{rel} de la válvula de gas determina, usando una línea característica de válvula de gas a partir de la especificación para el paso de gas Q_{gas} o la especificación para el cambio relativo del paso de gas Q_{gas} momentáneo, una especificación para un grado de apertura relativo I_{rel} de la válvula 243 de gas y emite una señal que anuncia la especificación determinada de este modo a la unidad 286 de determinación para la determinación del grado de apertura I de la válvula de gas. La línea característica de válvula de gas contiene una pluralidad de pares de valores (I_{rel} , Q_{gas}), y relaciona de ese modo el grado de apertura relativo I_{rel} de la válvula 243 de gas y el paso de gas Q_{gas} entre sí.

55 La unidad de determinación 286 para la determinación del grado de apertura I de la válvula de gas determina, basándose en la especificación para el grado de apertura relativo I_{rel} de la válvula 243 de gas y el grado de apertura máximo $I_{m\acute{a}x}$ depositado de la válvula 243 de gas, una especificación para el grado de apertura I de la válvula 243 de gas como variable de ajuste para la válvula 243 de gas y emite una señal que anuncia la especificación determinada de este modo al regulador 241 en el control 114 de válvula de gas.

60 Con ello, la unidad para la determinación de una variable 108 de control mediante la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire y la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire puede reaccionar a desvíos de la proporción de aire momentánea con respecto a la proporción de aire (óptima) predeterminada y reajustar de manera correspondiente la proporción de aire. Si la proporción de aire momentánea se encuentra por encima de la proporción de aire predeterminada, puede hacerse descender la proporción de aire por ejemplo mediante el aumento del suministro de gas. Si por otra parte la proporción de aire momentánea se encuentra por debajo de la proporción de aire predeterminada, puede aumentarse la proporción de aire por ejemplo

mediante la reducción del suministro de gas.

En el diagrama de flujo de la figura 3 se muestra un método según la invención para hacer funcionar el quemador, en particular para la calibración de la determinación de proporción de aire.

En primer lugar, el electrodo 102 de encendido se desconecta (no mostrado en la figura 3) de la unidad para generar una tensión 104 de encendido por medio de los medios 105 de desconexión. Concretamente tiene lugar entonces la desconexión del electrodo 102 de encendido según la invención de la unidad para la generación de la tensión 104 de encendido, si se reconoció una llama estable por medio de la medición de corriente de ionización.

A continuación, en la etapa S301 se registran la primera señal 115a eléctrica (del electrodo 103 de ionización) y la segunda señal 115b eléctrica (del electrodo 102 de encendido). En la siguiente etapa S302 se deduce, a partir de la primera señal 115a eléctrica, la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire y, a partir de la segunda señal 115b eléctrica, la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire. Para ello, están depositadas líneas características que permiten deducir, con la potencia de quemador conocida en cada caso a partir de las señales 115a, 115b registradas en el electrodo 103 de ionización y el electrodo 102 de encendido, en cada caso la proporción de aire. De manera correspondiente, puede recurrirse para una serie de potencias de quemador a una línea característica en cada caso, que relaciona la corriente de ionización y la proporción de aire entre sí, y una línea característica que relaciona la temperatura de llama, o la corriente que sale del electrodo 102 de encendido y la proporción de aire entre sí. Si para una potencia de quemador real no está disponible ninguna línea característica, la proporción de aire en cada caso se determina mediante interpolación de las líneas características de las potencias de quemador más cercanas.

La primera señal 116a dependiente de la proporción de aire y la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire, o las dos proporciones de aire obtenidas a partir de las dos señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire se comparan entre sí en la etapa S303, y se determina si está presente o no un desvío que supera una cantidad predeterminada entre las dos señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire, o las proporciones de aire λ_{Ion} , λ_{Temp} obtenidas a partir de las mismas en cada caso. Si no está presente ningún desvío de este tipo, el método continúa con la etapa S304, en caso contrario con la etapa S305.

La determinación de si está presente o no un desvío que supera una cantidad predeterminada entre las dos señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire puede tener lugar de diferentes maneras. De este modo, puede tener lugar por ejemplo una comparación de la diferencia de las dos señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire, o de las proporciones de aire λ_{Ion} , λ_{Temp} obtenidas a partir de las mismas, con un valor umbral predeterminado. A este respecto, el valor umbral predeterminado puede ser dependiente de la potencia de quemador real, o de un valor promedio de las dos señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire, o de las proporciones de aire λ_{Ion} , λ_{Temp} obtenidas a partir de las mismas. También es concebible que se lleve a cabo una comparación entre la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire (o la proporción de aire λ_{Temp} obtenida con la misma), que corresponde a un instante actual, y la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire (o la proporción de aire λ_{Ion} obtenida con la misma), que corresponde a un instante que se encuentra a una diferencia de tiempo Δt antes del instante actual, para considerar de este modo la reacción retrasada de la determinación de proporción de aire por medio de la medición de temperatura de llama.

En la etapa S304 se determina, en función de la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire y la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire, una variable de control para el funcionamiento del quemador. Para ello, se compara una proporción de aire determinada basándose en las dos señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire con una especificación para la proporción de aire, y se determina la variable de control en función del resultado de esta comparación. En el caso de la variable de control puede tratarse por ejemplo de una especificación para un paso de gas Q_{gas} , una especificación para un grado de apertura relativo I_{rel} de la válvula 243 de gas, una especificación para un grado de apertura I de la válvula 243 de gas, o una especificación de una variable de control o de ajuste para la válvula 243 de gas, como una corriente de modulación. En el caso de la variable de control también puede tratarse de una especificación para un cambio relativo de las variables mencionadas anteriormente. En la determinación de la variable de control pueden entrar además de las dos señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire también la potencia de quemador momentánea o la velocidad de giro de ventilador N momentánea, a través de las cuales puede regularse la potencia de quemador momentánea.

La determinación de la proporción de aire momentánea basándose en las dos señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire puede tener lugar mediante la formación del promedio de las dos proporciones de aire correspondientes a las señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire. A este respecto, la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire y la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire, o las proporciones de aire λ_{Ion} , λ_{Temp} obtenidas a partir de las mismas, se ponderan de manera diferente. Por ejemplo, la proporción de aire momentánea puede determinarse como sigue. A partir de la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire se extrae la proporción de aire λ_{Ion} determinada por medio de la medición de corriente de ionización, y a partir de la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire se extrae la

proporción de aire λ_{Temp} determinada por medio de la medición de temperatura de llama. La proporción de aire momentánea λ puede determinarse por medio de la igualdad $\lambda = (A \cdot \lambda_{Ion} + B \cdot \lambda_{Temp}) / (A + B)$. A este respecto, ha resultado ventajoso diseñar de manera modificada según el tiempo la ponderación de las señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire en función de modificaciones de la proporción de aire. En periodos de solo oscilaciones pequeñas de la proporción de aire puede ponderarse más alta de manera correspondiente la determinación de proporción de aire por medio de la medición de temperatura de llama ($B > A$), lo que mejora la precisión y fiabilidad de la determinación de proporción de aire. Por otro lado, en periodos de oscilaciones fuertes de la proporción de aire, puede ponderarse más alta de manera correspondiente la determinación de proporción de aire por medio de la medición de corriente de ionización ($A > B$), para mejorar el comportamiento de reacción de la regulación de proporción de aire. Pueden sacarse conclusiones de la fuerza de las oscilaciones de la proporción de aire real a partir de las dos señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire, pero en particular a partir de la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire. En casos extremos, puede ponerse a cero uno de los dos factores de ponderación A , B , por ejemplo en el funcionamiento en caso de emergencia. Tras la determinación de la variable de control para el funcionamiento del quemador el método según la invención retorna a su punto de inicio y puede realizarse de nuevo.

En las etapas S305 a S309 se lleva a cabo una operación de calibración para la calibración de la determinación de proporción de aire por medio de la medición de corriente de ionización. En la etapa S305, se inicia para ello una potencia de quemador predeterminada proporcionada con anterioridad. La elección de esta potencia predeterminada puede orientarse a aquellas potencias de quemador para las que existen líneas características, que relacionan la proporción de aire y la corriente de ionización registrada, o la proporción de aire y la temperatura de llama registrada entre sí. Además, la potencia de quemador predeterminada puede elegirse de tal manera que el quemador, con esta potencia de quemador, se encuentre en el funcionamiento más estable posible y la proporción de aire real esté sometida a las oscilaciones más reducidas posibles. Un criterio adicional para la elección de la potencia de quemador predeterminada puede ser que la potencia de quemador predeterminada deberá corresponder a una potencia de quemador promedio presente habitualmente.

En las etapas S306 y S307 se registran, en correspondencia con las etapas S301 y S302, con la potencia de quemador predeterminada presente ahora la primera y segunda señal 115a, 115b eléctrica, y se deducen a partir de estas la primera y segunda señal 116a, 116b dependiente de la proporción de aire.

En la etapa S308, se determina, a partir de las señales dependientes de la proporción de aire deducidas a partir de la etapa S307, una variable de calibración. Esto puede ocurrir mediante la formación de un cociente de la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire y de la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire, o mediante la formación de un cociente de la proporción de aire λ_{Ion} obtenida a partir de la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire y de la proporción de aire λ_{Temp} obtenida a partir de la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire. Con otras palabras, puede obtenerse un factor de calibración mediante la formación del cociente de la proporción de aire λ_{Ion} determinada por medio de la medición de corriente de ionización y de la proporción de aire λ_{Temp} determinada por medio de la medición de temperatura de llama, suponiéndose la proporción de aire λ_{Temp} determinada por medio de la medición de temperatura de llama como la proporción de aire real. La variable de calibración determinada de este modo puede usarse entonces para adaptar de manera correspondiente la deducción de la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire a partir de la primera señal 115a eléctrica, es decir por ejemplo mediante la división de la proporción λ_{Ion} de aire determinada mediante una línea característica depositada por el factor de calibración. En este caso, el medio 110 de calibración envía una señal que anuncia la variable de calibración a la unidad para deducir señales 107, en la que se almacena la variable de calibración actualmente válida. Desviándose de esto, la variable de calibración puede usarse también para adaptar de manera correspondiente la determinación de la variable de control para el funcionamiento del quemador, es decir mediante la división de la proporción de aire λ_{Ion} determinada por medio de la medición de corriente de ionización por el factor de calibración antes de la etapa de la formación del promedio descrita en la etapa S304 anterior. En este caso, debe considerarse de manera correspondiente la variable de calibración también en la comparación de las dos señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire. De manera correspondiente, el medio 110 de calibración envía una señal que anuncia la variable de calibración a la unidad para determinar una variable 108 de control y el comparador 109, en el que se almacena en cada caso la variable de calibración actualmente válida.

Con la etapa S309, en la que se inicia de nuevo la potencia de quemador original presente en la etapa S303 antes de la observación del desvío entre la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire y la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire, finaliza la operación de calibración.

Tras la finalización de la operación de calibración, en la etapa S310 puede tener lugar una nueva comparación de la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire con la segunda señal 116b dependiente de la proporción de aire, o una comparación de las proporciones de aire obtenidas a partir de estas señales. Para ello, se registran (no se muestra en la figura 3), de manera correspondiente a las etapas S301 y S302, en primer lugar la primera y segunda señal 115a, 115b eléctrica, y a partir de las mismas se deduce la primera y segunda señal 116a, 116b dependiente de la proporción de aire. Entonces, las señales deducidas se comparan de nuevo de manera

5 correspondiente a la etapa S303 (no se muestra en la figura 3). De este modo, debe tenerse en cuenta que, la variable de calibración obtenida durante la operación de calibración se introduce de manera correspondiente o bien en la deducción de la primera señal 116a dependiente de la proporción de aire a partir de la primera señal 115a eléctrica, o bien en la comparación de las señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire, o de las proporciones de aire λ_{Ion} , λ_{Temp} , obtenidas a partir de las mismas.

10 Si en la etapa S310, es decir tras la realización de la operación de calibración de las etapas S305 a S308, sigue existiendo un desvío entre las señales 116a, 116b dependientes de la proporción de aire, o las proporciones de aire obtenidas a partir de las mismas, pueden llevarse a cabo diferentes etapas. Por ejemplo, puede tener lugar una calibración de la medición de proporción de aire por medio de la medición de corriente de ionización mediante la iniciación de la zona de proporción de aire $\lambda=1$, tal como se muestra en la etapa S311 de la figura 3.

15 Alternativamente, dado que el desvío persistente puede inferir en un defecto del electrodo de ionización, puede emitirse también una señal de alarma, y/o puede llevarse a cabo una parada de emergencia del quemador o el inicio de un funcionamiento de emergencia. En este funcionamiento de emergencia, puede regularse además la proporción de aire, aunque también con limitaciones, basándose en la medición de temperatura de llama. En caso contrario, si no se observó en la etapa S310 ningún desvío inadmisibles, el método según la invención retorna a su punto de inicio y puede realizarse de nuevo.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la regulación de una proporción de aire de un quemador, en particular de un quemador de gas o aceite, que comprende
- 5 un electrodo (102) de encendido,
- medios para la generación de una tensión (104) de encendido conectables con el electrodo (102) de encendido, y
- 10 un electrodo (103) de ionización, que puede ser suministrado con una tensión de ionización, **caracterizado porque** el método comprende:
- 15 desconectar el electrodo (102) de encendido de los medios para la generación de la tensión (104) de encendido,
- detectar una primera señal (115a) eléctrica en el electrodo (103) de ionización y deducir una primera señal dependiente de dicha proporción de aire en función de la primera señal (115a) eléctrica,
- 20 detectar una segunda señal (115b) eléctrica en el electrodo (102) de encendido, y deducir una segunda señal dependiente de dicha proporción de aire en función de la segunda señal (115b) eléctrica,
- determinar una variable de control para el funcionamiento del quemador en función de la primera señal (116a) dependiente de la proporción de aire y la segunda señal (116b) dependiente de la proporción de aire,
- 25 comparar la primera señal (116a) dependiente de la proporción de aire y la segunda señal (116b) dependiente de la proporción de aire, y
- si una diferencia entre dicha primera señal (116a) dependiente de la proporción de aire y dicha segunda señal (116b) dependiente de la proporción de aire supera un valor umbral, realizar una operación de calibración para la corrección de dicha primera señal (116a) dependiente de dicha
- 30 proporción de aire.
2. El método según la reivindicación 1, en donde la operación de la calibración comprende:
- 35 ajustar una potencia de quemador a un valor de potencia predeterminado,
- detectar dicha primera señal (115a) eléctrica a dicho valor de potencia predeterminado y deducir dicha primera señal (116a) dependiente de dicha proporción de aire a dicho valor de potencia predeterminado,
- 40 detectar dicha segunda señal (115b) eléctrica a dicho valor de potencia predeterminado y deducir dicha segunda señal (116b) dependiente de la proporción de aire a dicho valor de potencia predeterminado, y
- determinar una variable de calibración en función de dicha primera señal (116a) dependiente de dicha proporción de aire a dicho valor de potencia predeterminado y dicha segunda señal (116b) dependiente de dicha proporción de aire deducida a dicho valor de potencia predeterminado.
- 45 3. El método según la reivindicación 2, en donde la determinación de dicha variable de calibración se realiza mediante la formación de una relación de dicha primera señal (116a) dependiente de dicha proporción de aire deducida a dicho valor de potencia predeterminado y de dicha segunda señal (116b) dependiente de la proporción de aire deducida a dicho valor de potencia predeterminado.
- 50 4. El método según una de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha primera señal (116a) dependiente de dicha proporción de aire y dicha segunda señal dependiente de dicha proporción de aire (116b) durante la determinación de la variable de control para el funcionamiento del quemador están disponibles simultáneamente.
- 55 5. El método según una de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha primera señal (116a) dependiente de dicha proporción de aire y dicha segunda señal dependiente de dicha proporción de aire (116b) se ponderan respectivamente con un factor de ponderación para determinar dicha variable de control para el funcionamiento del quemador.
- 60 6. El método según una de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha proporción de aire se regula en función de dicha variable de control para el funcionamiento del quemador.
7. El método según una de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha segunda señal (115b) eléctrica es suministrada a un circuito amplificador, y dicha segunda señal (116b) dependiente de dicha proporción de
- 65 aire se deduce a partir de una señal de salida del circuito amplificador.

8. El método según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la desconexión de dicho electrodo (102) de encendido de dichos medios para la generación de la tensión (104) de encendido tiene lugar en función de una señal deducida a partir de dicha primera señal (115a) eléctrica.
- 5 9. Un quemador, en particular un quemador de gas o aceite, que comprende un electrodo (102) de encendido, medios para la generación de una tensión (104) de encendido conectables a dicho electrodo (102) de encendido, y un electrodo (103) de ionización, que puede suministrarse con una tensión de ionización,
- 10 **caracterizado por**
- 15 una disposición (105) de conmutadores para conectar dicho electrodo (102) de encendido a dichos medios para la generación de la tensión (104) de encendido y para desconectar dicho electrodo (102) de encendido de los medios para la generación de la tensión (104) de encendido, un dispositivo (106) de medición para detectar una primera señal (115a) eléctrica en dicho electrodo (103) de ionización y una segunda señal (115b) eléctrica en dicho electrodo (102) de encendido, en donde dicho electrodo (102) de encendido está configurado como un electrodo pasivo,
- 20 un primer componente de un circuito (107) de control para deducir una primera señal (116a) dependiente de una proporción de aire en función de dicha primera señal (115a) eléctrica y una segunda señal (116b) dependiente de dicha proporción de aire en función de dicha segunda señal (115b) eléctrica,
- 25 un segundo componente de un circuito (108) de control para la determinación de una variable de control para el funcionamiento del quemador en función de dicha primera señal (116a) dependiente de dicha proporción de aire y dicha segunda señal (116b) dependiente de dicha proporción de aire, un comparador (109) para comparar dicha primera señal (116a) dependiente de dicha proporción de aire y dicha segunda señal (116b) dependiente de dicha proporción de aire, y un medio (110) de calibración para realizar una operación de calibración para la corrección de dicha primera señal (116a) dependiente de dicha proporción de aire, si la diferencia de dicha primera señal (116a) dependiente de dicha proporción de aire y de dicha segunda señal (116b) dependiente de dicha proporción de aire supera un valor umbral.
- 30
10. El quemador según la reivindicación 9, en donde el medio (110) de calibración para realizar la operación de calibración está configurado para:
- 35 ajustar una potencia de quemador a un valor de potencia predeterminado, y determinar una variable de calibración en función de la primera señal (116a) dependiente de la proporción de aire deducida a dicho valor de potencia predeterminado y la segunda señal (116b) dependiente de la proporción de aire deducida a dicho valor de potencia predeterminado.
- 40
11. El quemador según la reivindicación 10, en donde la determinación de la variable de calibración se realiza mediante la formación de una relación de la primera señal (116a) dependiente de la proporción de aire deducida a dicho valor de potencia predeterminado y de dicha segunda señal (116b) dependiente de la proporción de aire deducida a dicho valor de potencia predeterminado.
- 45
12. El quemador según una de las reivindicaciones 9 a 11, en donde dicha primera señal (116a) dependiente de dicha proporción de aire y dicha segunda señal (116b) dependiente de dicha proporción de aire están simultáneamente disponibles en dicho segundo componente de un circuito (108) de control para determinar la variable de control para el funcionamiento del quemador.
- 50
13. El quemador según una de las reivindicaciones 9 a 12, en donde dicha primera señal (116a) dependiente de dicha proporción de aire y dicha segunda señal (116b) dependiente de dicha proporción de aire son respectivamente ponderados por un factor de ponderación para la determinación de la variable de control para el funcionamiento del quemador.
- 55
14. El quemador según una de las reivindicaciones 9 a 13, que comprende además un control (112) de quemador para la regulación de dicha proporción de aire en función de dicha variable de control para el funcionamiento del quemador.
- 60
15. El quemador según una de las reivindicaciones 9 a 14, en donde dicha segunda señal (115b) eléctrica es suministrada a un circuito amplificador, y dicha segunda señal (116b) dependiente de dicha proporción de aire es deducida a partir de una señal de salida del circuito amplificador.
- 65
16. El quemador según una de las reivindicaciones 9 a 15, en donde dicha disposición (105) de conmutadores para desconectar dicho electrodo (102) de encendido de dichos medios para la generación de la tensión (104) de encendido desconecta dicho electrodo (102) de encendido de dichos medios para la generación de

la tensión (104) de encendido en función de una señal deducida a partir de dicha primera señal (115a) eléctrica.

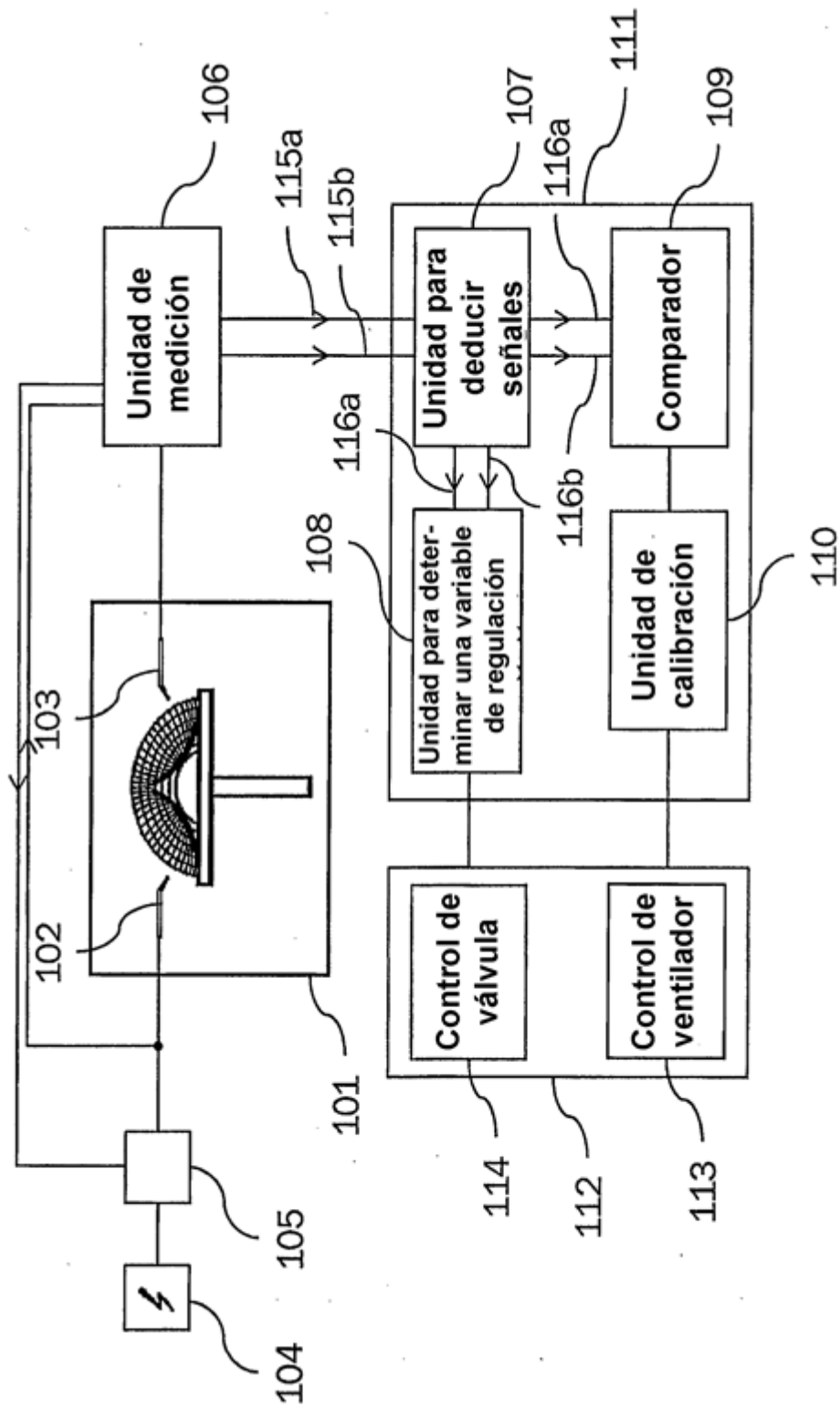


Fig. 1

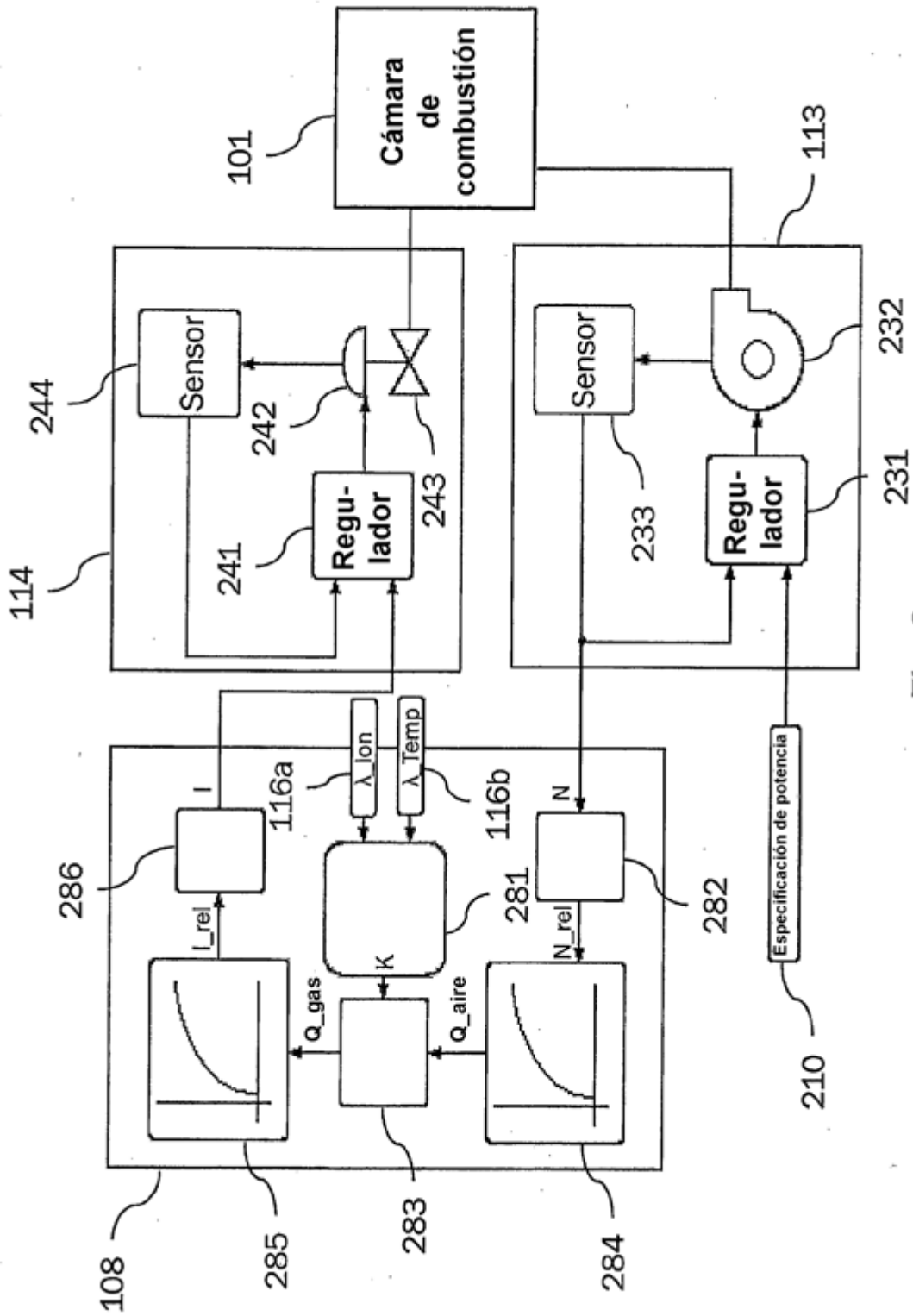


Fig. 2

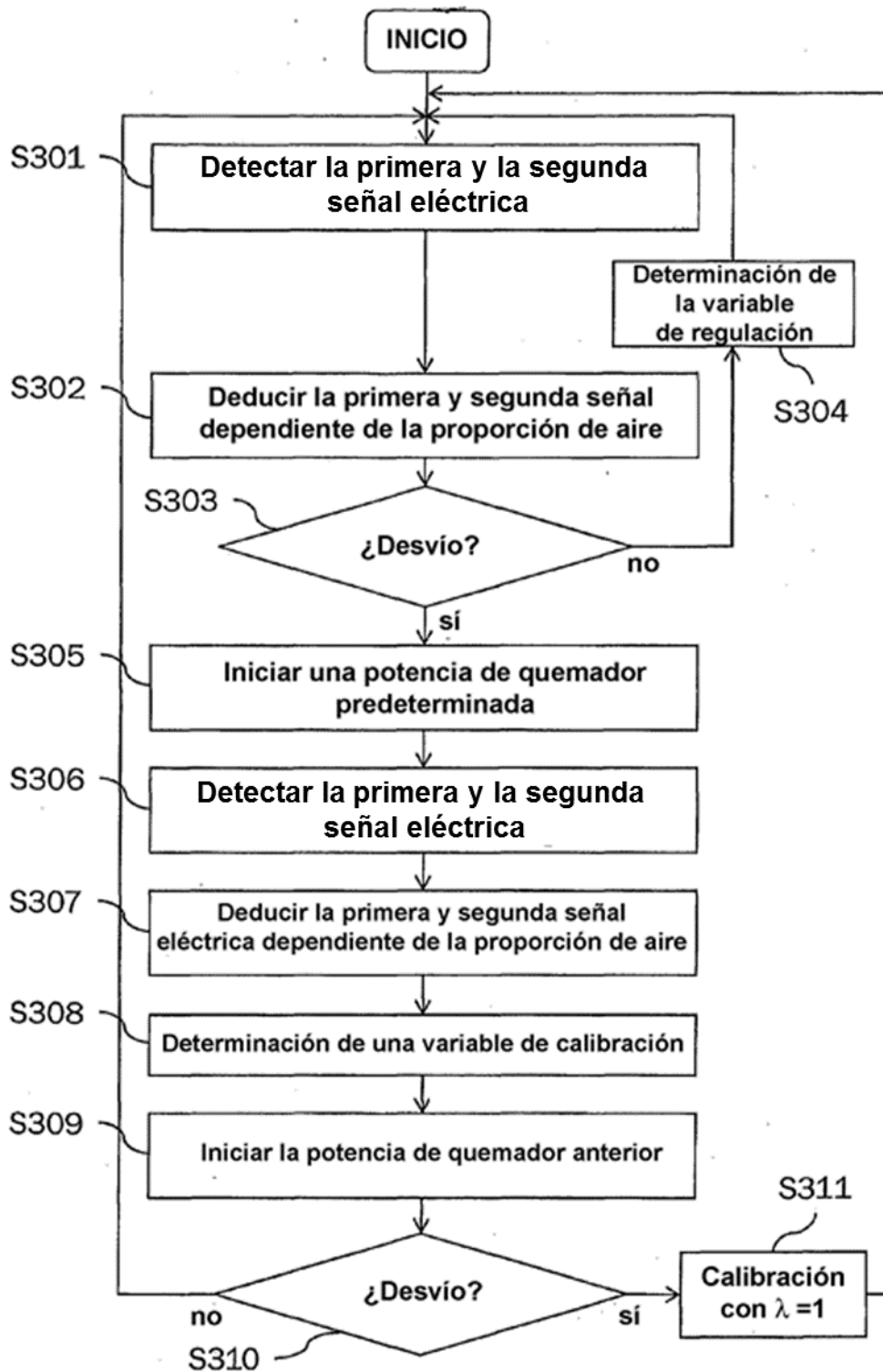


Fig. 3