

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 953 159**

51 Int. Cl.:

F23N 1/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2021** **E 21162830 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.05.2023** **EP 4060232**

54 Título: **Detección del rendimiento y control de la relación de aire mediante sensores en la cámara de combustión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.11.2023

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

LOCHSCHMIED, RAINER

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 953 159 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

Detección del rendimiento y control de la relación de aire mediante sensores en la cámara de combustión

Fundamento

5 La presente solicitud hace referencia a controles y/o reguladores como los que son utilizados en dispositivos de combustión, por ejemplo, en quemadores de gas, en conexión con sensores de combustión. Los sensores de combustión en dispositivos de combustión son, por ejemplo, electrodos de ionización y/o sensores ópticos. Más particularmente, la presente solicitud hace referencia a la regulación y/o control de dispositivos de combustión en presencia de gas hidrógeno.

10 En el funcionamiento de un dispositivo de combustión, se debe conocer y/o ajustar su potencia de combustión. Para la combustión de hidrocarburos o de hidrógeno puro o de una mezcla de ambos, el suministro de aire y el suministro de combustible deben ajustarse entre sí. De este modo se obtiene una relación de aire correcta λ .

15 Además, las influencias externas pueden afectar la relación de aire y/o la potencia de la combustión. Estas influencias externas son, por ejemplo, la presión de entrada del combustible, en particular del gas combustible, y la composición del combustible. Otros ejemplos de influencias externas son la temperatura ambiente, la presión ambiente y los cambios en la trayectoria del aire de suministro, así como en la trayectoria de los gases de escape del dispositivo de combustión.

Además de los sensores mencionados, aquellos sensores que monitorean la llama en relación a la seguridad, pueden estar incluidos en el control de la potencia de combustión y/o la relación de aire de un dispositivo de combustión.

20 Hasta la fecha, para la combustión de hidrógeno puro en un dispositivo de combustión se ha utilizado el monitoreo óptico de la llama. Pero los sensores ópticos para registrar señales durante una combustión son costosos.

25 Para registrar señales de una combustión también son concebibles como sensores los termoelementos y/o los sensores de temperatura de resistencia. Los termoelementos y/o los sensores de temperatura de resistencia se deben acoplar térmicamente al aire de suministro y/o a la mezcla y/o al gas de escape y/o al plasma de una combustión en un dispositivo de combustión. Los termoelementos y/o los sensores de temperatura de resistencia también están acoplados térmicamente al soporte mecánico. Debido a estos acoplamientos, los termoelementos y/o los sensores de temperatura de resistencia son hasta ahora demasiado lentos para monitorear un proceso de combustión.

30 En particular, dichos elementos y sensores son bastante lentos para monitorear una llama en un dispositivo de combustión.

35 La solicitud de patente europea EP1154202A2 fue presentada el 27 de abril de 2001 por la empresa SIEMENS BUILDING TECH AG. La solicitud se publicó el 14 de noviembre de 2001. La solicitud EP1154202A2 hace referencia a un dispositivo de control para un quemador. La solicitud EP1154202A2 reivindica una prioridad del 12 de mayo de 2000. Con respecto a la solicitud EP1154202A2 hace referencia la patente europea EP1154202B1 concedida. Además, existe una patente EP1154202B2 tras un procedimiento de oposición.

40 La solicitud EP1154202B2 distingue entre gases combustibles con de bajo y alto poder calorífico. Para diferenciar los dos gases combustibles se utilizan dos curvas características. Cada una de las dos curvas características hace referencia a una señal de control para un actuador del dispositivo de combustión sobre una velocidad del ventilador del dispositivo de combustión. Para controlar el dispositivo de combustión se ponderan las señales de control, que corresponden a las curvas características.

Además, la solicitud EP1154202B2 reivindica el uso de sensores adicionales para controlar el dispositivo de combustión. Estos sensores adicionales influyen en las posiciones de los actuadores del dispositivo de combustión en base a los resultados de sus sensores. Como ejemplo de datos de medición obtenidos de dichos sensores adicionales, la solicitud EP1154202B2 menciona un cambio en la temperatura de la caldera.

45 La solicitud de patente europea DE102004030300A1 fue presentada el 23 de junio de 2004 EBM PAPST LANDSHUT GMBH. La solicitud se publicó el 12 de enero de 2006. La solicitud DE102004030300A1 hace referencia a un procedimiento para ajustar un parámetro de funcionamiento de un dispositivo de combustión.

La solicitud DE102004030300A1 revela una zona de mezcla en la que desembocan un suministro de aire y un suministro de gas. De la zona de mezcla sale un conducto. El conducto termina en una parte del quemador. Encima

del quemador se dispone una llama. Un sensor de temperatura está dispuesto opcionalmente en una superficie de la parte del quemador. El sensor de temperatura también puede estar situado en otro punto de alcance efectivo de la llama. El sensor de temperatura puede estar dispuesto:

- en el núcleo de la llama;

5 - en la base de la llama;

- en la punta de la llama;

- pero también a cierta distancia de la llama, por ejemplo, en la propia placa del quemador. Mediante la determinación y el registro de las temperaturas reales medidas en el alcance efectivo de la llama del quemador en función de la relación de mezcla establecida, se determinan el valor máximo de temperatura y la correspondiente relación de mezcla.

10

Otra solicitud de patente europea DE102004055716A1 fue presentada el 18 de noviembre de 2004 por la empresa EBM PAPST LANDSHUT GMBH. La solicitud se publicó el 12 de enero de 2006.

La solicitud DE102004055716A1 hace referencia a un procedimiento para la regulación y control de un dispositivo de combustión. La solicitud DE102004055716A1 reivindica una prioridad del 23 de junio de 2004.

15 La solicitud DE102004055716A1 también revela una zona de mezcla en la que desembocan un suministro de aire y un suministro de gas. De la zona de mezcla sale un conducto. El conducto termina en una parte del quemador. Encima del quemador se dispone una llama. Un sensor de temperatura se puede disponer, por ejemplo, en la zona de la llama, pero también sobre el quemador cerca de la llama. Por ejemplo, también se puede utilizar un termoelemento como sensor de temperatura. La solicitud DE102004055716A1 revela el control de la temperatura T_{real} generada por un dispositivo de combustión a una temperatura objetivo $T_{objetivo}$. Allí, se utiliza una curva característica que especifica la temperatura objetivo $T_{objetivo}$ en función del caudal másico de aire y/o de la carga del dispositivo de combustión. Como otro parámetro, la relación aire λ permanece constante.

20

Una solicitud de patente internacional WO2006/000367A1 fue presentada el 20 de junio de 2005 por la empresa EBM PAPST LANDSHUT. La solicitud se publicó el 5 de enero de 2006.

25 La solicitud WO2006/000367A1 hace referencia a un procedimiento para el ajuste de una relación de aire en un dispositivo de combustión. La solicitud WO2006/000367A1 reivindica una prioridad del 23 de junio de 2004.

La solicitud WO2006/000367A1 también revela una zona de mezcla en la que desembocan un suministro de aire y un suministro de gas. De la zona de mezcla sale un conducto. El conducto termina en una parte del quemador. Encima del quemador se dispone una llama. Un sensor de temperatura se puede disponer, por ejemplo, en la zona de la llama, pero también sobre el quemador cerca de la llama. Por ejemplo, también se puede utilizar un termoelemento como sensor de temperatura. Un sensor de temperatura está dispuesto opcionalmente en una superficie de la parte del quemador. El sensor de temperatura también puede estar situado en otro punto de alcance efectivo de la llama. El sensor de temperatura puede estar dispuesto:

30

- en el núcleo de la llama;

35 - en la base de la llama;

- en la punta de la llama;

- pero también a cierta distancia de la llama, por ejemplo, en la propia placa del quemador. El procedimiento de la solicitud WO2006/000367A1 se basa en el hecho de que la temperatura real T_{real} registrada por el sensor de temperatura depende de una relación de aire λ . La temperatura real alcanza un máximo T_{max} en $\lambda=1$. Ahora se determina un máximo T_{max} para un caudal másico de aire m_L predeterminado usando el sensor de temperatura adaptando iterativamente un caudal másico de gas. A continuación, se ajusta una relación de aire de preferiblemente de $\lambda=1,3$ y el caudal másico de aire m_L aumenta de manera correspondiente.

40

Otra solicitud de patente internacional WO2015/113638A1 fue presentada el 3 de febrero de 2014 por la empresa ELECTROLUX APPLIANCES AB, SE. La solicitud se publicó el 6 de agosto de 2015. La solicitud WO2015/113638A1 revela una aplicación de quemador de gas y un dispositivo para cocinar con gas.

45

La solicitud WO2015/113638A1 revela un dispositivo de monitoreo mediante el cual se desconecta un suministro de gas en ausencia de llama. Para ello, el dispositivo de monitoreo coopera con un dispositivo de cierre que comprende

una válvula. El dispositivo de control puede incluir un termoelemento u otro sensor. Por lo tanto, el dispositivo de control está orientado a la seguridad. Una solicitud de patente japonesa JP2017040451A fue presentada el 21 de agosto de 2015 por la empresa NORITZ CORP. La solicitud se publicó el 23 de febrero de 2017. La solicitud JP2017040451A hace referencia a un dispositivo de combustión.

5 En particular, la solicitud JP2017040451A se ocupa de la detección de la temperatura de una llama considerando los retrasos del respectivo sensor. Como sensores se mencionan termoelementos y termistores. Para considerar dichos retrasos se utiliza una unidad de predicción. La unidad de predicción determina un valor multiplicando una diferencia entre una temperatura detectada en el pasado y una temperatura instantánea por un coeficiente. Ese valor se suma a la temperatura inmediata registrada. El coeficiente necesario para determinar ese valor depende de un tiempo de retraso y de un periodo de tiempo predeterminado.

La solicitud DE10045272A1 revela un dispositivo de combustión para combustibles gaseosos en el que están dispuestos múltiples sensores de temperatura en la zona de la llama.

15 Los retrasos a través de los sensores están incluidos en la especificación técnica del año 2020 de los sensores de platino RTD de IST. El tiempo de respuesta para que un sensor rastree el 63 por ciento de un cambio de temperatura debido a retrasos varía entre 2,5 y 40 segundos. En general, el tiempo de respuesta depende de las dimensiones del respectivo sensor.

Para el control de un dispositivo de combustión se puede utilizar una red neumática de gas-aire y/o una red electrónica. Técnicamente, por lo general se puede lograr un rango de modulación de uno a siete utilizando una red neumática de gas y aire.

20 Durante la combustión de hidrógeno puro, no se conforma ninguna señal utilizable en la práctica en un electrodo de ionización. Por esta razón, los electrodos de ionización difícilmente son adecuados para registrar señales de la combustión de hidrógeno puro. En consecuencia, una red electrónica controlada por una señal de llama hasta ahora sólo ha sido técnicamente factible para gases combustibles que contienen hidrocarburos.

25 Además, en el caso de una red electrónica, la potencia de combustión y el suministro de aire dependen únicamente de la velocidad del ventilador. En la medida que el uso de otros sensores es demasiado complejo, es difícilmente posible una corrección de las influencias ambientales. Estas influencias ambientales hacen referencia, por ejemplo, a la temperatura del aire, la presión del aire y los cambios en la trayectoria del aire de suministro o la trayectoria de los gases de escape del dispositivo de combustión.

30 Una red electrónica para la combustión de hidrógeno requiere sensores adicionales, por ejemplo, para detectar y salvaguardar la cantidad de gas combustible, para establecer la cantidad de gas combustible sin control de combustión. Tales sensores adicionales son en la actualidad costosos.

35 El objetivo de la presente solicitud consiste en proporcionar una regulación y/o control que permita la combustión de gases combustibles que contengan hidrógeno. En particular, un objetivo de la presente solicitud consiste en proporcionar una regulación y/o control que logre un grado suficiente de modulación. Dicho control también se puede utilizar para gases combustibles que contengan hidrocarburos y/o para una mezcla de gases combustibles que contengan hidrocarburos con hidrógeno.

Resumen

40 La regulación y/o el control de un dispositivo de combustión basada en una única señal de un sensor de temperatura resulta complicado porque la señal del sensor de temperatura depende de su posición en la cámara de combustión de un dispositivo de combustión. Aquí se debe considerar que la señal de temperatura es una función del suministro de la mezcla de aire y combustible y, por lo tanto, depende de la potencia de combustión. Además, la señal de temperatura también depende de la relación de mezcla entre combustible y aire y, por lo tanto, de la relación de aire. Es casi imposible obtener una asignación inequívoca para un valor de temperatura medido a exactamente una combinación de potencia de combustión y relación de aire sólo con un sensor de temperatura. Por lo tanto, por lo general, se requiere una señal adicional. Esta señal suele ser el suministro de aire como representante de un suministro de mezcla o salida de combustión. La temperatura medida en la llama o cerca de ella se puede utilizar entonces como función del valor medido y del suministro de aire para controlar la relación de aire mediante una curva característica predefinida. Un procedimiento de este tipo se describe en la solicitud EP1902254B1, en donde en la solicitud EP1902254B1 la temperatura medida se indica en el rango de valores como función de la relación de aire y la potencia de combustión. Alternativamente, se puede usar la relación de aire como una señal adicional y usar la relación de aire y la temperatura medida para determinar el suministro de mezcla, es decir, la potencia de combustión. El registro o la determinación del suministro de combustible, en particular, del suministro de gas, también puede proporcionar una señal adicional de este tipo.

Los sensores suficientemente precisos para determinar el suministro de aire, el suministro de mezcla o el suministro de combustible son costosos. Un sensor menos complejo no registra ninguna fluctuación en las condiciones ambientales, como la temperatura del aire, la presión del aire o las fluctuaciones en la trayectoria del aire de suministro y/o la trayectoria del gas de escape. Un sensor menos complejo como estos consiste, por ejemplo, en la
5 detección de la velocidad del soplador. Por consiguiente, este sensor tiene la desventaja de que sólo determina de forma incompleta el suministro de aire.

La presente solicitud aborda esas dificultades colocando más de un sensor en la cámara de combustión de un dispositivo de combustión. En particular, se puede disponer más de un sensor de temperatura en la cámara de combustión del dispositivo de combustión. Las señales de ambos sensores, en particular de ambos sensores de
10 temperatura, se leen y procesan en valores para una potencia de combustión. Las señales de ambos sensores, en particular de ambos sensores de temperatura, también se pueden procesar en un valor para una relación de aire λ . A continuación, en base a la línea de combustión determinada y/o a la relación de aire λ determinada regulada y/o controlada.

El procesamiento de las señales de medición individuales tomadas para obtener un valor de la potencia de combustión o de la relación de aire o una combinación de la potencia de combustión y relación de aire no suele ser
15 claro.

En el caso de una asignación ambigua de señales individuales a diferentes potencias de combustión, se determinan posibles potencias de combustión que coinciden con las señales individuales. De las potencias de combustión, que se determinan a partir de las señales del primer sensor mencionado, y de las potencias de combustión, que se
20 determinan a partir de las señales del segundo sensor mencionado se conforman pares. Se selecciona el par con la menor diferencia en la potencia de combustión. En base a este par se determina una potencia de combustión inmediata del dispositivo de combustión.

Además, estas ambigüedades se pueden resolver disponiendo otro sensor en la cámara de combustión, en particular, otro sensor de temperatura. Se lee una señal del otro sensor, en particular, del otro sensor de
25 temperatura. La señal leída se transforma en un valor de una potencia de combustión y se incluye en la determinación de la potencia de combustión inmediata del dispositivo de combustión.

Otra posibilidad para resolver ambigüedades consiste en incluir una señal de suministro en la evaluación. Tal señal de suministro puede ser, por ejemplo, la velocidad de un soplador en un conducto de suministro de aire. Asimismo, dicho conducto de suministro puede ser una señal de un sensor de flujo en el conducto de suministro de aire o en el
30 conducto de suministro de combustible. Además, se puede obtener una señal de suministro a partir de la posición de una válvula de aire y/o de la posición de un actuador de combustible. El uso de una señal de suministro ofrece la ventaja de que la asignación de la señal de alimentación a la potencia de combustión es a menudo inequívoca.

Las dos curvas características para determinar los pares de potencia de combustión se establecen para una relación de aire determinada. Con el posicionamiento adecuado de los dos sensores en la cámara de combustión, hay
35 exactamente un par de puntos de los dos valores de los sensores en los que ambas potencias de combustión son iguales para todos los valores posibles de la relación de aire.

Con el procedimiento presentado, la potencia de combustión se puede determinar en el rango de valores como función de la respectiva señal de medición para un valor objetivo predeterminado de la relación de aire. La determinación se realiza para cada sensor dispuesto en la cámara de combustión. De esta manera, tanto la relación
40 de aire como la potencia de combustión se pueden ajustar a valores objetivo predeterminados. La potencia de combustión en función de la señal del sensor asignada se puede almacenar como un polinomio para ambas funciones. En una ejecución preferida, las dos funciones se pueden almacenar como una secuencia de puntos entre los que se realiza una interpolación lineal sobre la distancia mínima entre los dos puntos. Cuando se utilizan otros sensores, se almacena una función de la potencia de combustión en el rango de valores de tres o más sensores.
45 Otro sensor puede ser, por ejemplo, un tercer sensor en la cámara de combustión o un sensor de suministro.

El control se realiza, por ejemplo, ajustando primero el actuador de aire o, alternativamente, el actuador de combustible hasta que las potencias de combustión de los dos sean iguales o estén próximas entre sí. La potencia de combustión se calcula entonces, por ejemplo, como valor de media de las dos potencias de combustión
50 calculadas. El actuador de aire y el actuador de combustible se ajustan entonces de tal manera que la potencia de combustión calculada esté en su valor objetivo, por ejemplo, a través de un circuito de control. Cualquier desviación resultante de la relación de aire con respecto al valor objetivo se reajusta nuevamente mediante el actuador de aire o, alternativamente, el actuador de combustible. Como resultado del reajuste, las potencias de combustión calculadas a partir de las dos señales de medición vuelven a ser las mismas.

Alternativamente, la relación de aire y la potencia de combustión se pueden ajustar juntas dentro de una banda
55 muerta de valores objetivo a través de un sistema de control multicircuito.

5 Los cambios debidos a influencias externas en el combustible se pueden corregir corrigiendo la relación de aire. Un cambio en la composición del combustible inicialmente tiene un efecto sobre la relación de aire. Una desviación en la relación de aire se corrige mediante el procedimiento descrito aquí. Asimismo, un cambio en la presión de entrada del combustible y/o la temperatura del combustible y/o la presión del aire y/o la temperatura del aire se puede corregir a través del control de la relación de aire.

Las influencias externas sobre la potencia de combustión también se pueden compensar, ya que la potencia de combustión puede volver a calcularse y ajustarse a un valor objetivo predeterminado. Los cambios en la trayectoria de aire de suministro/gases de combustión también se pueden corregir con respecto a la relación de aire y la potencia de combustión.

10 Breve descripción de los dibujos

Diferentes características serán evidentes para los expertos a partir de la siguiente descripción detallada de las formas de ejecución reivindicadas no excluyentes. Los dibujos que acompañan a la descripción detallada se pueden describir brevemente de la siguiente manera:

15 Figura 1: muestra un dispositivo de combustión con dos sensores para el monitoreo de la llama en la cámara de combustión.

Figura 2: muestra la evolución de la potencia de combustión sobre la señal de medición de un sensor dispuesto en la cámara de combustión, cuando la asignación es inequívoca.

Figura 3: muestra la evolución de la potencia de combustión sobre las señales de dos sensores dispuestos en la cámara de combustión cuando la asignación de un sensor no está clara.

20 Figura 4: muestra la evolución de la potencia de combustión sobre las señales de dos sensores dispuestos en la cámara de combustión cuando las curvas de señales se cruzan.

Figura 5: muestra la evolución de la potencia de combustión a través de las señales de dos sensores dispuestos en la cámara de combustión y la desviación de la evolución de las dos señales cuando la mezcla se ha diluido.

25 Figura 6: muestra la evolución de la potencia de combustión a través de las señales de dos sensores dispuestos alternativamente en la cámara de combustión y la desviación de la evolución de las dos señales cuando la mezcla se ha diluido.

Figura 7: muestra la evolución del suministro de aire a través de la señal de suministro de aire dos trayectorias de escape de aire de suministro diferentes.

30 Figura 8: muestra la evaluación de dos curvas de ajuste predeterminadas para la válvula de gas combustible y la curva de ajuste calculada para los parámetros de combustible y/o parámetros de gas inmediatos.

Descripción detallada

35 La figura 1 muestra un dispositivo de combustión 1, como un quemador de gas de pared y/o un quemador de gas de pie. Durante el funcionamiento, en la cámara de combustión 2 del dispositivo de combustión 1 arde una llama de un generador de calor. El generador de calor intercambia la energía térmica de los gases de combustión calientes en otro fluido como el agua. Con el agua caliente, por ejemplo, se hace funcionar un sistema de calefacción de agua caliente y/o se calienta agua potable. Según otra forma de ejecución, con la energía térmica de los combustibles calientes y/o gases de combustión se puede calentar un material, por ejemplo, en un proceso industrial.

40 con otra forma de ejecución, el generador de calor es parte de un sistema con generación combinada de calor y energía, por ejemplo, un motor de dicho sistema. Según otro modo de realización, el generador de calor es una turbina de gas. Además, el generador de calor se puede utilizar para calentar agua en una planta para la producción de litio y/o carbonato de litio. Los gases de escape 10 se descargan desde la cámara de combustión 2, por ejemplo, a través de una chimenea.

45 El suministro de aire 5 para el proceso de combustión se realiza a través de un soplador accionado por motor. A través de la línea de señales 14, un dispositivo de control y/o regulación 13 especifica el suministro de aire V_L al soplador que lo debe transportar. La velocidad del soplador del sensor de velocidad del soplador 12 se convierte así en una medida del suministro de aire 5.

Según una forma de ejecución, la velocidad del soplador determinada por el sensor 12 se notifica al dispositivo de control y/o regulación 13 desde el soplador y/o desde el accionamiento 4 y/o el actuador de aire 4 del soplador. Por ejemplo, el dispositivo de control y/o regulación 13 determina la velocidad del soplador a través de la línea de señales 15.

- 5 El dispositivo de regulación y/o control 13 comprende preferentemente un microcontrolador. El dispositivo de regulación y/o control 13 comprende idealmente un microprocesador. El dispositivo de regulación y/o control 13 puede comprender una unidad de regulación. Preferentemente, la unidad de regulación comprende un microcontrolador. La unidad de regulación comprende idealmente un microprocesador. La unidad de regulación puede comprender un regulador proporcional e integral. Además, la unidad de regulación puede comprender un regulador proporcional, integral y derivativo.

Además, el dispositivo de control y/o regulación 13 puede comprender una disposición de puerta (lógica) que se puede programar en el campo. Además, el dispositivo de control y/o regulación 13 puede comprender un circuito integrado de aplicación específica.

- 15 En una forma de ejecución, la línea de señales 14 o 15 comprende una fibra óptica. En una forma de ejecución particular, la línea de señales 14 o 15 está realizada como una fibra óptica. Las fibras ópticas ofrecen ventajas en términos de aislamiento galvánico y protección contra explosiones.

Cuando el suministro de aire 5 se ajusta mediante una válvula de aire, la posición de la válvula se puede utilizar como medida del suministro de aire 5. Además, se puede utilizar un valor de medida derivado de la señal de un sensor de presión 12 y/o un sensor de caudal másico 12 y/o un sensor de caudal volumétrico 12.

- 20 Según una forma de ejecución, el suministro de aire V_L es el valor del caudal de aire inmediato. El caudal de aire se puede medir y/o expresar en metros cúbicos de aire por hora. Por lo tanto, el suministro de aire V_L se puede medir y/o indicar en metros cúbicos de aire por hora.

- 25 El suministro de combustible V_B se ajusta y/o controla a través del dispositivo de control y/o regulación 13 con la ayuda de al menos un actuador de combustible 7 - 9 y/o al menos una válvula ajustable (por motor) 7 - 9. En la ejecución de la figura 1, el combustible 6 es un gas combustible. Un dispositivo de combustión 1 puede entonces conectarse a diferentes fuentes de gas combustible, por ejemplo, a fuentes con un alto contenido de metano y/o a fuentes con un alto contenido de propano. También está previsto que el dispositivo de combustión 1 esté conectado a una fuente de un gas o mezcla de gases, en donde el gas o mezcla de gases comprende hidrógeno. En una forma de ejecución particular, está previsto que el gas o la mezcla de gases comprenda más del cinco por ciento, en particular, más del cinco por ciento en masa, de hidrógeno. En otra forma de ejecución particular, está previsto que el gas o la mezcla de gases comprenda sólo o prácticamente sólo hidrógeno gaseoso. En otra ejecución, está previsto que el combustible y/o el gas y/o la mezcla de gases comprenda variablemente de cero a treinta por ciento de la cantidad de sustancia de hidrógeno gaseoso. En la figura 1, el dispositivo de control y/o regulación 13 ajusta la cantidad de gas combustible mediante al menos una válvula de combustible 7 - 9 ajustable (por motor). El valor de control, por ejemplo, una señal modulada de ancho de pulso, de la válvula de gas 7 - 9 es una medida de la cantidad de gas combustible. También es un valor para el suministro de combustible V_B .

- 35 Cuando se utiliza una válvula de gas como actuador de combustible 7 - 9, la posición de una válvula se puede utilizar como medida de la cantidad de gas combustible. Según una forma de ejecución particular, un actuador de combustible 7 - 9 y/o una válvula de combustible 7 - 9 se ajustan mediante un motor paso a paso. En este caso, la posición de paso del motor paso a paso es una medida para la cantidad de gas combustible. La válvula de combustible y/o la compuerta de combustible también pueden estar integradas en una unidad con al menos una o más válvulas de cierre de seguridad 7, 8. Una línea de señales 16 conecta el actuador de combustible 7 con el dispositivo de control y/o regulación 13. Otra línea de señales 17 conecta el actuador de combustible 8 con el dispositivo de control y/o regulación 13. Nuevamente, otra línea de señales 18 conecta el actuador de combustible 9 con el dispositivo de control y/o regulación 13. En una forma de ejecución particular, la línea de señales 16 - 18 comprenden respectivamente una fibra óptica. Las fibras ópticas ofrecen ventajas en términos de aislamiento galvánico y protección contra explosiones.

- Además, al menos una de las válvulas de combustible 7 - 9 puede ser una válvula controlada internamente mediante un sensor de caudal y/o de presión, que recibe un valor objetivo y controla el valor real del sensor de caudal y/o de presión al valor objetivo. El sensor de caudal y/o presión se puede realizar como un sensor de caudal volumétrico, por ejemplo, como un contador de rueda de turbina y/o como un contador de fuelle y/o como un sensor de presión diferencial. El sensor de caudal y/o presión también se puede realizar como un sensor de caudal másico, por ejemplo, como un sensor de caudal másico térmico.

La figura 1 también muestra un dispositivo de combustión 1 con un primer sensor 19. El sensor 19 está dispuesto preferentemente en la cámara de combustión 2. El primer sensor 19 comprende ventajosamente un primer sensor de temperatura 19. Idealmente, el primer sensor 19 es un primer sensor de temperatura 19.

5 Una línea de señales 21 conecta el sensor de temperatura 19 con el dispositivo de control y/o regulación 13. En una forma de ejecución particular, la línea de señales 21 comprende una fibra óptica. Las fibras ópticas ofrecen ventajas en términos de aislamiento galvánico y protección contra explosiones.

La figura 1 también muestra un dispositivo de combustión 1 con un segundo sensor 20. El sensor 20 está dispuesto preferentemente en la cámara de combustión 2. El segundo sensor 20 comprende ventajosamente un segundo sensor de temperatura 20. Idealmente, el segundo sensor 20 es un segundo sensor de temperatura 20.

10 Una línea de señales 22 conecta el sensor de temperatura 20 con el dispositivo de control y/o regulación 13. En una forma de ejecución particular, la línea de señales 22 comprende una fibra óptica. Las fibras ópticas ofrecen ventajas en términos de aislamiento galvánico y protección contra explosiones.

15 La figura 2 muestra la curva de señales 24 de la potencia de combustión 23 sobre la señal del sensor del primer sensor 19 para un gas combustible fijo a una relación de mezcla predeterminada y constante. En la figura 2, el sensor 19 está dispuesto de tal manera que la potencia de combustión 23 puede asignarse claramente a la señal del sensor. Dicha curva característica 24 se obtiene, por ejemplo, cuando se coloca un sensor de temperatura 19 cerca del quemador 3. La curva característica 24 difiere de la curva característica mencionada en la selección EP1902254B1 en que la curva característica 24 tiene la potencia de combustión 23 a lo largo de la ordenada y no la señal de temperatura. De este modo, la potencia de combustión 23 se puede determinar a partir de la señal
20 mediante la curva característica 24 mostrada en la figura 2. Para ello, se ajusta la relación de aire λ para cada potencia de combustión 23. En una ejecución preferida, la curva característica 24 se almacena en el dispositivo de control y/o regulación 13. La asignación también se realiza allí. Alternativamente, la curva característica 24 se puede almacenar en un circuito electrónico en el primer sensor de temperatura 19 o en cualquier otra unidad. La evaluación también se realiza allí.

25 Con la curva característica 24 se puede determinar directamente la potencia de combustión 23, sin que se requiera un sensor de suministro de aire. Cuando la medición del gas combustible se asigna directamente al suministro de aire 5, la potencia de combustión 23 y el suministro de aire 5 también se asignan directamente entre sí. De esta manera, el suministro de aire 5 se puede ajustar a través de la mencionada asignación entre la potencia de combustión 23 y el suministro de aire 5 y a través de la señal de control según la línea 14. Como alternativa, el
30 suministro de aire 5 se puede ajustar de este modo mediante un circuito cerrado de regulación. En una ejecución preferida, la señal de suministro de aire está presente, pero la asignación entre el suministro de aire 5 y la señal está sujeta a influencias externas. Puede tratarse de cambios en, por ejemplo, la temperatura del aire y/o la presión ambiente y/o la trayectoria del aire de suministro/gas de escape. Por lo general, una señal en la cual dichos cambios no se compensan es la señal de velocidad del soplador 4 o la retroalimentación de posición de una válvula de aire.
35 La asignación entre el suministro de aire 5 y la señal del sensor en la línea 12 en comparación con las condiciones de referencia se puede recalibrarse periódicamente durante el funcionamiento. La recalibración se realiza con ayuda de la señal del sensor y de la potencia de combustión 23 determinada mediante la curva característica 24, así como con ayuda de la asignación entre la potencia de combustión 23 y el suministro de aire 5. Este proceso ofrece la ventaja de que la señal del sensor en la línea 12 se puede utilizar para modificar rápidamente el suministro de aire 5
40 y, con ello, la potencia de combustión 23. Por el contrario, la corrección a través de la curva característica 24 es mucho más lenta. Del mismo modo, se puede corregir la curva característica de un sensor de suministro de gas, por ejemplo, el suministro de combustible en función de la posición de una válvula de gas. En este caso, la señal de posición del aire en la línea 14 y, por tanto, el suministro de aire 5 se asignan directamente a la dosificación de combustible.

45 La evolución de la curva característica 24 depende en gran medida de la posición del sensor en la cámara de combustión 2. Una posición del sensor cerca o directamente en el quemador 3 tiene la desventaja de que la dinámica de la señal del sensor se ve perjudicada por la capacidad calorífica del quemador 3. Esto hace que el control sea lento. Además, se necesita utilizar el primer sensor 19 para controlar al mismo tiempo la llama. Para poder monitorear la llama, el sensor 19 debe estar situado en una posición en la zona de la llama o cerca de ella.
50 Para el monitoreo de la llama, el sensor 19 también debe reaccionar con suficiente rapidez, es decir, tener una constante de tiempo suficientemente pequeña. La figura 3 muestra la evolución de una curva característica 24 de la potencia de combustión 23 en función de la señal del sensor de la línea 21 cuando el sensor 19 está dispuesto en la cámara de combustión 2 en la zona de la llama o cerca de ella.

55 Como se puede observar en la figura 3, la potencia de combustión 23 ya no puede asignarse claramente a la señal del sensor procedente de la línea 21 a través de la curva característica 24. Por lo tanto, en la cámara de combustión 2 se instala un segundo sensor 20, que asigna la señal del sensor de la línea 22 a la potencia de combustión 23 a través de una curva característica 25 que se desvía de la curva característica 24. Para que sea posible una

asignación inequívoca de los dos valores del sensor a la potencia de combustión 23 como función de dos variables a través de las dos curvas características 24 y 25, el par de puntos con las señales en las líneas 21 y 22, que se asigna al respectivo valor de la potencia de combustión 23 a través de las curvas características 24 y 25, sólo puede darse una vez para todos los valores de la potencia de combustión 23 en el rango de valores de las posibles potencias de combustión 23.

En el dispositivo de control y/o regulación 13, por ejemplo, las dos curvas características 24 y 25 se pueden almacenar como un polinomio. La asignación se realiza entonces mediante una regla con la que se calculan las diferentes potencias de gas combustible para las señales 21 y 22 registradas instantáneamente mediante las curvas características 24 y 25. En una ejecución preferida, las curvas características 24 se almacenan como una secuencia de pares de valores (21/23) y (22/23). Las señales de las líneas 21 y 22 se pueden situar entre los correspondientes pares de valores almacenados (21/23) y (22/23). A continuación, se determinan los pares de valores subsiguientes correspondientes (21/23) y (22/23) para las señales de las líneas 21 y 22. Para determinar la potencia de combustión 23 se utiliza la interpolación lineal.

A continuación se determinan las desviaciones de las potencias de combustión 23 para las señales de las líneas 21 y 22. Para ello, se conforma el valor de la diferencia entre todas las potencias de combustión 23 calculadas de la curva característica 24 y todos los valores calculados de la curva característica. De las dos potencias de combustión 23 con la menor diferencia se toma, por ejemplo, el valor medio o uno de los dos valores calculados como valor asignado. Cuando sólo existe exactamente una potencia de combustión 23 para las señales de las líneas 21, 22 en las curvas características 24, 25 esta se toma como resultado para al menos una de las dos curvas características 24, 25.

La figura 4 muestra que las dos curvas características también se pueden intersectar. Siempre que se cumpla la condición antes mencionada para la asignación inequívoca, la potencia de combustión 23 y, por tanto, el suministro de aire 5 también se pueden determinar con dichas curvas características.

Cuando la condición para la asignación inequívoca no se cumple siempre, la asignación se puede hacer inequívoca con ayuda de una señal adicional. Esta señal adicional puede proceder de otro sensor en la cámara de combustión 2, que confirma esta asignación para las respectivas señales con una asignación ambigua. Con este otro sensor en la cámara de combustión 2 se almacena otra curva característica con la que se puede determinar claramente la potencia de combustión 23 tal como se ha descrito anteriormente.

Como tercer sensor se prefiere especialmente un sensor de suministro de aire y/o un sensor de suministro de combustible. Cuando como sensor de suministro de aire se utiliza la velocidad del soplador o la posición de una válvula de aire, la señal realimentada a la línea 15 se puede utilizar para confirmar la asignación inequívoca a pesar de sus imprecisiones descritas anteriormente. Dicha confirmación se puede realizar en particular cuando los valores de gas combustible con el mismo par de valores o similares están muy alejados. De manera ventajosa, los valores de los gases de combustión con el mismo o similar par de valores medidos en las líneas 21, 22 no se encuentran dentro del margen de error de las influencias externas mencionadas.

Con el procedimiento y la disposición presentados, sin embargo, es posible determinar la potencia de combustión 23 y, a partir de ésta, el suministro de aire 5 no sólo a partir de las señales en las líneas 21, 22 de los sensores 19, 20 en la cámara de combustión 2. Del mismo modo, el procedimiento y la disposición presentados se pueden utilizar no sólo para determinar el suministro de combustible 6 para una mezcla predeterminada fija de un gas combustible. Con los medios presentados, también se puede dosificar el combustible, en particular el gas combustible, en la proporción correcta al suministro de aire 5. El requisito previo para ello es que el suministro de aire 5 y el suministro de combustible 6 puedan ajustarse libremente a través de los respectivos actuadores 4, 9 para el aire y el combustible. La figura 5 muestra el comportamiento de las señales a las líneas 21 y 22 a través de la potencia de combustión 23. La figura 5 hace referencia al caso en que la mezcla se vuelve demasiado pobre en relación con la relación de aire λ ajustado, es decir, está presente demasiado poco gas combustible en comparación con el valor objetivo. Las curvas características 24 y 25 corresponden a las señales de los sensores en las líneas 21 y 22 para diferentes potencias de combustión 23 cuando la mezcla se ajusta de modo que se alcance la relación de aire objetivo $\lambda_{\text{objetivo}}$. Cuando la mezcla se hace más pobre, esto da lugar a la curva característica 26 para el sensor 19 y a la curva característica 27 para el sensor 20. Por lo general, la disolución desplaza la curva característica 24 hacia la curva característica 25 en un valor diferente que la curva característica 26 hacia la curva característica 27.

En principio, para la corrección deseada de la relación de aire λ , en lugar de las curvas características 24 y 25, se pueden almacenar dos superficies características como función de la potencia de combustión 23 sobre los respectivos valores de temperatura de las líneas 21 y 22 y la relación de aire λ en cada caso. Entonces, es posible determinar la potencia de combustión 23 y la relación de aire λ de manera clara. El requisito para ello es que para cada punto de la potencia de combustión 23 y de la relación de aire λ sobre todos los pares de puntos resultantes, el par de valores de señal de las líneas 21, 22 se produzca sólo una vez en ambas superficies. Una vez determinado el

par de puntos, la potencia de combustión inmediata 23 y la relación de aire inmediata λ se pueden asignar directamente al par de puntos. Los dos actuadores 4 y 9 pueden entonces ser corregidos al valor objetivo.

5 La condición de determinación inequívoca mencionada para la corrección no siempre se puede cumplir para las dos superficies. Por lo tanto, a menudo es necesaria una tercera señal para determinar la potencia de combustión 23 y la
 10 relación de aire λ de manera clara. Esta tercera señal puede proceder de otro sensor en la cámara de combustión. Preferentemente, sin embargo, se trata de la señal de suministro de aire de la línea 14 o 15. Por ejemplo, la tercera señal puede proceder de la velocidad del soplador de un sensor de velocidad del soplador 12 o de la posición de una válvula de aire. Asimismo, la tercera señal puede proceder de la posición de un actuador de combustible, en particular, de una posición de una válvula de gas 9. El posicionamiento de los sensores en la cámara de combustión para cumplir los requisitos de una asignación clara de las señales a la potencia de combustión 23 y/o a la relación de
 15 aire λ en el rango de valores λ es mucho más fácil de lograr con la ayuda del tercer valor de sensor adicional.

De manera correspondiente, la corrección de la potencia de combustión 23 y/o de la relación de aire λ se realiza cuando la mezcla es más consistente que la relación de aire objetivo $\lambda_{\text{objetivo}}$. Entonces, la curva característica correspondiente para la mezcla más rica se encuentra al otro lado de la respectiva curva característica 24 o 25.

15 El almacenamiento de dos superficies en el dispositivo de control y/o regulación 13 requiere mucho tiempo. Por ello, en un proceso preferido, sólo se almacenan dos funciones 24, 25 de la potencia de combustión 23 en función de ambas señales de sensor 21, 22 de los sensores 19, 20. Las curvas características 24, 25 se pueden almacenar cada una como un polinomio en función de múltiples señales de medición. Las curvas características 24, 25 también se pueden almacenar como una secuencia de puntos en el dispositivo de control y/o regulación 13.
 20 Preferentemente, se utiliza la interpolación lineal entre los puntos. Eventualmente, se pueden añadir señales de otros sensores en la cámara de combustión y/o en el suministro de aire 5 y/o en el suministro de combustible 6, como por ejemplo, un sensor de velocidad del soplador 12.

25 En una primera variante, la regulación se realiza manteniendo constante o casi constante el suministro de aire 5 a través del actuador de aire 4. El suministro de combustible 6 se modifica mediante el actuador de combustible 9 hasta que los valores determinados de las potencias de combustión 23 de ambas curvas características 24, 25 se encuentren dentro de un valor umbral definido.

30 En una segunda variante, el suministro de combustible 6 se mantiene constante o prácticamente constante a través del actuador de combustible 9. El suministro de aire 5 se modifica mediante el actuador de aire 4 hasta que los valores determinados de las potencias de combustión 23 de ambas curvas características 24, 25 se encuentren dentro de un valor umbral definido.

35 La dirección del ajuste se determina a través de la diferencia entre las dos potencias de combustión 23 determinadas, por ejemplo, detectando que la diferencia disminuye. Cuando se añaden otros valores de medición de los sensores, la suma de los valores diferenciales calculados al cuadrado se compara, por ejemplo, con el valor umbral predeterminado. Este procedimiento garantiza que la relación de aire real λ_{real} se encuentre en la relación de
 40 aire objetivo $\lambda_{\text{objetivo}}$ especificado según las curvas características 24, 25. En el siguiente paso, se determina la potencia de combustión P_{real} , por ejemplo, calculando el valor medio aritmético de las dos potencias de combustión 23 determinadas con ayuda de las curvas características 24 y 25. A continuación, se ajustan conjuntamente el actuador de aire 4 y al menos un actuador de combustible 7-9 hasta que se alcanza la potencia de combustión predeterminada P_{objetivo} . La relación de aire λ se puede desviar algo debido al ajuste de la potencia de combustión.
 45 En este caso, la relación de aire λ se puede reajustar como se ha descrito ajustando al menos un actuador de combustible 7 - 9 o el actuador de aire 4 a la potencia de combustión P_{objetivo} ajustada.

En una tercera variante, la potencia de combustión 23 y la relación de aire λ se regulan directamente mediante el ajuste de ambos actuadores 4, 7 - 9. Al igual que en la primera y segunda variantes, en el control multicircuito se almacena como criterio alcanzar el respectivo valor umbral para la diferencia de las potencias de combustión 23.

45 En las variantes anteriores, prácticamente constante significa que el primer actuador se ajusta más lentamente que el segundo actuador. En consecuencia, siempre se pueden alcanzar los valores objetivo para la relación de aire $\lambda_{\text{objetivo}}$ y la potencia de combustión P_{objetivo} . En la segunda variante, al menos un actuador de combustible 7 - 9 se ajusta más lentamente que el actuador de aire 4. En la primera variante, el actuador de aire 4 se ajusta más lentamente que el, al menos un, actuador de combustible 7 - 9. Preferentemente, se selecciona una secuencia en la
 50 que se utiliza la velocidad predeterminada y diferente de los actuadores 4 y 7 - 9. Al menos un actuador de combustible 7 - 9 con un accionamiento por motor paso a paso es más rápido que el actuador de aire 4 con rueda de ventilador regulable por motor y momento de inercia correspondiente. Por lo tanto, con frecuencia se selecciona la variante uno.

El procedimiento presentado garantiza que durante un cambio de potencia de combustión, se corrija primero la relación de aire λ y sólo después la potencia de combustión 23. De este modo, el dispositivo de combustión 1 funciona siempre con la relación de aire correcta $\lambda_{\text{objetivo}}$ incluso durante el cambio de la potencia de combustión. Por esta relación, las curvas características 24, 25 corresponden también a curvas características de la potencia de combustión 23 para los respectivos sensores 19, 20 con una relación de aire predeterminada $\lambda_{\text{objetivo}}$. La relación de aire objetivo $\lambda_{\text{objetivo}}$ tiene una evolución sobre la potencia de combustión 23 que está definida por las curvas características 24, 25 y es arbitraria en un amplio rango. Por ejemplo, la relación de aire objetivo $\lambda_{\text{objetivo}}$ puede presentar una curva ascendente o descendente con la potencia de combustión 23. En una versión particular, la evolución de la relación de aire objetivo $\lambda_{\text{objetivo}}$ es constante sobre la potencia de combustión 23.

En la figura 6, la curva característica 24 del primer sensor 19 se muestra en el valor objetivo de la relación de aire $\lambda_{\text{objetivo}}$ y en el valor de la relación de aire diluida 26. Además, la curva característica 25 del segundo sensor 20 se muestra en el valor objetivo de la relación de aire $\lambda_{\text{objetivo}}$ y en el valor de la relación de aire diluida 27. Especialmente en el caso de una tercera señal de sensor, con una evolución de este tipo se puede obtener una asignación inequívoca de las señales de sensor en las líneas 21 y 22 a la relación de aire λ . Del mismo modo, se puede lograr una asignación inequívoca a la potencia de combustión 23. La tercera señal de sensor puede consistir, por ejemplo, en una información de una velocidad del soplador del soplador 4 a través de la línea 15.

Actuador de aire 4, actuador de combustible 9. Durante un ajuste de la potencia de combustión 23 debido a un cambio en la necesidad de potencia de combustión, el actuador de aire 4 se puede desplazar sobre una curva característica predeterminada de un sensor de suministro de aire 12. La curva característica predeterminada puede, por ejemplo, basarse en una retroalimentación de la velocidad de un soplador o puede ser una curva característica de una retroalimentación de posición de una válvula de aire. En la figura 7, dicha curva característica 28 almacenada en el dispositivo de control y/o regulación 13 se muestra sobre la retroalimentación de la velocidad del soplador 15 de un sensor de velocidad del soplador 12 como curva característica de referencia. La curva característica 28 hace referencia a una condición ambiental específica y/o bien definida.

Para una señal de control a lo largo de la línea 14 del motor del soplador o una posición de la válvula de aire, así como para una señal de posición de retroalimentación a lo largo de la línea 15, se aplica una señal similar para una condición de referencia. En este caso, la señal se linealizó previamente mediante una curva característica almacenada en el dispositivo de control y/o regulación 13, a partir de una señal de control o de una señal de posición de retroalimentación al suministro de aire 5.

Una vez determinada la potencia de combustión inmediata 23 tras la corrección de la relación de aire λ , la curva característica 28 se puede adaptar a las condiciones ambientales inmediatas. Dichas condiciones ambientales son, por ejemplo, la temperatura del aire y/o la presión del aire y/o el cambio en la trayectoria del suministro de aire/gas de escape. El suministro de aire 5 se conoce como una función directa de la potencia de combustión 23 para la velocidad del soplador instantánea medida o el control de referencia. Una función directa significa que el suministro de aire 5 no depende de ningún otro argumento de la función que no sea la potencia de combustión 23. También se conoce el suministro de aire determinado a partir de la curva característica 28. De este modo, el factor de corrección se puede determinar para el suministro inmediato de aire 5 como una relación entre ambas señales. Debido a que las curvas características de las señales de suministro de aire de referencia o de la retroalimentación de la velocidad del soplador pasan por el punto cero sobre el suministro de aire 5, la curva característica 28 se puede corregir como la curva característica 29. Cada valor de curva característica se multiplica por el factor de corrección determinado. Con la ayuda de este procedimiento, la potencia de combustión 23 y el suministro de aire 5 se pueden ajustar rápidamente mediante la curva característica 29 corregida. Mientras tanto, la corrección del suministro de aire 5 se puede realizar lentamente a través de las curvas características 24, 25. De este modo, ambos procesos están desacoplados entre sí. Las fluctuaciones de los valores de medición de la potencia de combustión 23 también se pueden promediar mediante un filtro de valor medio y, de este modo, la potencia de combustión 23 se puede determinar de manera estable. La potencia de combustión 23 también se puede corregir de este modo. La velocidad del cambio de la potencia de combustión no se ve afectada en este caso.

La curva característica sobre la que se desplaza el actuador de combustible 9 se muestra en la figura 8. Dos curvas características de referencia 30, 31, que fueron determinadas para diferentes presiones y/o diferentes composiciones de gas combustible, están almacenadas en el dispositivo de control y/o regulación 13. Las curvas características 30, 31 describen la señal de dosificación de gas sobre el suministro de aire 5, representada por el valor de señal corregido del suministro de aire 5 o de la potencia de combustión 23. La señal de dosificación de gas representa el suministro de combustible y/o el suministro de gas. Las dos curvas características 30, 31 se determinaron en condiciones de referencia, es decir, para presiones de entrada y/o composiciones de gas combustible específicas. La curva característica 30 se determinó con un combustible o gas combustible de alto poder calorífico y/o con una presión de entrada elevada. La curva característica 31 se determinó con un combustible o gas combustible de bajo poder calorífico y/o con una presión de entrada baja. Durante el funcionamiento, se determina cuál es la relación inmediata entre el gas combustible y el aire desplazando las señales de los sensores

19, 20 en la cámara de combustión 2 tal como se ha descrito anteriormente. Las señales se desplazan a un par único de valores en ambas curvas características 24 y 25 cambiando el actuador de combustible 9 con este objetivo.

Con el suministro de combustible 6 inmediato corregido para el suministro de aire 5 asignado se puede determinar una relación mediante el valor medio ponderado. En esta relación se encuentran la señal de medición de combustible y/o la señal de medición de gas. La relación representa los parámetros inmediatos del combustible y/o los parámetros del gas, tales como la composición del gas combustible y/o la presión de entrada y/o la temperatura del gas combustible. Debido a que la misma relación se aplica a todas las señales de potencia de combustible para los mismos parámetros de combustible y/o parámetros de gas, se puede calcular la curva característica 32. Sobre la curva característica 32, el actuador de combustible 9 puede cambiar rápidamente su potencia de combustión 23 de acuerdo con los parámetros de combustible y/o parámetros de gas inmediatos. En particular, en base a la curva característica 32 según los parámetros de combustible y/o los parámetros de gas inmediatos, el actuador de combustible 9 puede cambiar rápidamente su posición.

Cuando al menos un parámetro de combustible y/o un parámetro de gas cambia, esto se consigue corrigiendo la relación de ponderación a través de la adaptación de las señales del sensor en las líneas 21 y 22 a las curvas características 24, 25, tal como se ha descrito anteriormente. La nueva curva característica se puede calcular con el nuevo parámetro de ponderación. El procedimiento para calcular la curva característica corregida 32 para el control del actuador de combustible 9 con diferentes parámetros de combustible y/o parámetros de gas corresponde al procedimiento descrito en la solicitud EP1154202B2. El procedimiento descrito también se puede utilizar para corregir un cambio en la composición del combustible o en la presión de entrada del gas, ya que estos parámetros afectan a la relación de aire λ . La relación de aire λ se ajusta mediante la adaptación a las curvas características 24, 25, tal como se ha descrito anteriormente.

Otra ventaja del procedimiento consiste en que los dos sensores 19, 20 se pueden utilizar para monitorear la llama, por ejemplo, para detectar un apagado de la llama. Para ello, las dos señales 21, 22 generadas por los sensores 19, 20 se utilizan también para detectar la presencia de una llama, además del control de la relación de aire λ y de la potencia de combustión 23.

Así, al menos una señal 21 o 22 puede ser evaluada para ver si cae por debajo de un valor umbral. Los valores umbral se pueden seleccionar de forma diferente para la señal del sensor 21 que para la señal del sensor 22. Cuando el respectivo valor umbral está por debajo, la temperatura es, por ejemplo, tan baja que una llama ya no puede arder. Se genera una señal con la que se cierran las válvulas de cierre de seguridad 8, 9 a través de las líneas 16, 17 para que no pueda escapar combustible inflamable sin quemar. En otra variante, se conforma la diferencia entre las dos señales 21 y 22, para lo cual hay que tener cuidado de que ambas señales no presenten el mismo valor de temperatura durante el funcionamiento. Cuando la llama se apaga, ambas temperaturas se igualan rápidamente. Cuando la diferencia entre las dos señales cae por debajo de un valor umbral predeterminado, esto se detecta como una pérdida de llama. Se garantiza que las válvulas de cierre de seguridad 8, 9 estén cerradas.

Según una forma de ejecución, el dispositivo de señales de suministro (4, 7 - 9, 12) es un sensor de suministro de aire en o sobre un conducto de suministro de aire. El sensor de suministro de aire puede comprender, por ejemplo, un contador de rueda de turbina y/o un contador de fuelle y/o un sensor de presión diferencial y/o un sensor de caudal másico. En una forma de ejecución particular, el sensor de suministro de aire es un contador de rueda de turbina y/o un contador de fuelle y/o un sensor de caudal másico. En este caso, el sensor de suministro de aire está en comunicación de fluido con un fluido, en particular aire, en el conducto de suministro de aire. El sensor de suministro de aire también está en conexión operativa con el fluido, en particular con el aire, en el conducto de suministro de aire porque el fluido actúa sobre el sensor de suministro de aire. Según una forma de ejecución, el dispositivo de señales de suministro (4, 7 - 9, 12) comprende un soplador (4) que actúa sobre el conducto de suministro de aire. El soplador (4) puede ser, en particular, un soplador accionado por motor (4). El soplador (4) está diseñado para señalar su velocidad de soplado, en particular, para comunicarla. La velocidad del soplador del soplador (4) es una medida del suministro de aire (5). Según otra forma de ejecución, el dispositivo de señales de suministro (4, 7 - 9, 12) es un sensor de suministro de combustible que actúa en o sobre un conducto de suministro de combustible. El sensor de suministro de combustible puede comprender, por ejemplo, un contador de rueda de turbina y/o un contador de fuelle y/o un sensor de presión diferencial y/o un sensor de caudal másico. En una forma de ejecución particular, el sensor de suministro de combustible es un contador de rueda de turbina y/o un contador de fuelle y/o un sensor de caudal másico. En este caso, el sensor de suministro de combustible está en comunicación de fluido con un fluido, en particular con un combustible y/ con un gas combustible, en el conducto de suministro de combustible. El sensor de suministro de combustible también está en conexión operativa con el fluido, en particular con el combustible y/o con el gas combustible, en el conducto de suministro de combustible porque el fluido actúa sobre el sensor de suministro de combustible. Según otra forma de ejecución, el dispositivo de señales de suministro (4, 7 - 9, 12) comprende al menos un actuador de combustible (7 - 9) y/o al menos una válvula (7 - 9) que actúa sobre el conducto de suministro de combustible. El, al menos un, actuador de combustible (7 - 9) y/o la, al menos una, válvula (7 - 9) puede tratarse en particular al menos de una válvula de combustible (7 - 9) y/o al menos de una válvula de gas combustible (7 - 9). El, al menos un, actuador de combustible (7 - 9) y/o la, al menos una, válvula (7 - 9) está diseñada para señalar su posición, en particular, para comunicarla. La posición del, al menos un,

actuador de combustible (7 - 9) y/o de la, al menos una, válvula (7 - 9) es una medida para el suministro de combustible (6).

5 La solicitud mencionada anteriormente requiere que los dos sensores (19, 20) estén colocados de tal manera que ambos valores de temperatura no puedan asumir el mismo valor de temperatura durante el funcionamiento cuando hay una llama presente en la cámara de combustión (2), pero las salidas de combustión (23) de las curvas características (24, 25) puedan asumir los mismos valores.

10 Lo anterior se refiere a formas de ejecución individuales de la solicitud. Se pueden realizar diversos cambios en las formas de ejecución sin apartarse de la idea básica y sin apartarse del alcance de esta descripción. El objeto de la presente solicitud está definida mediante sus reivindicaciones. Pueden realizarse diversas modificaciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones a continuación.

Símbolos de referencia

1: Dispositivo de combustión

2: Cámara de combustión

3: Quemador

15 4: Soplador

5: Suministro de aire

6: Suministro de combustible

7: Válvula de cierre de seguridad

8: Válvula de cierre de seguridad

20 9: Válvula dosificadora de combustible, en particular, válvula dosificadora de gas combustible

10: Conducto de gases de escape

11: Señal de suministro de aire

12: Sensor de suministro de aire, por ejemplo, sensor de velocidad del soplador

13: Dispositivo de regulación y control

25 14: Línea de señal de control del soplador

15: Línea de retroalimentación del suministro de aire, por ejemplo, línea de retroalimentación de velocidad del soplador

16: Línea para la señal de control de una válvula de cierre de seguridad

17: Línea para la señal de control de una válvula de cierre de seguridad

30 18: Línea para la señal de control de una válvula dosificadora de combustible

19: primer sensor en la cámara de combustión

20: primer sensor en la cámara de combustión

21: Línea de la señal de medición del primer sensor en la cámara de combustión y señal de esta línea

22: Línea de la señal de medición del segundo sensor en la cámara de combustión y señal de esta línea

35 23: Potencia de combustión

ES 2 953 159 T3

- 24: Curva característica de la potencia de combustión por encima de la señal de medición del primer sensor en la cámara de combustión
- 25: Curva característica de la potencia de combustión por encima de la señal de medición del segundo sensor en la cámara de combustión
- 5 26: Curva característica de la potencia de combustión por encima de la señal de medición del primer sensor en la cámara de combustión con una mezcla diluida
- 27: Curva característica de la potencia de combustión por encima de la señal de medición del segundo sensor en la cámara de combustión con una mezcla diluida
- 10 28: Curva característica de la señal del sensor de aire antes del cambio de recorrido de los gases de escape para la modulación
- 29: Curva característica de la señal del sensor de aire después del cambio de recorrido de los gases de escape para la modulación
- 15 30: Curva característica de ajuste del suministro de combustible a través del control de combustible para un combustible de alto poder calorífico, en particular, un gas combustible de alto poder calorífico, y/o una presión de entrada elevada
- 31: Curva característica de ajuste del suministro de combustible a través del control de combustible para un combustible de bajo poder calorífico, en particular, un gas combustible de bajo poder calorífico, y/o una presión de entrada baja
- 20 32: Curva característica determinada por el dispositivo de combustión para adaptarse a los parámetros inmediatos del combustible y/o a los parámetros del gas combustible para la modulación

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para controlar un dispositivo de combustión (1), en donde el dispositivo de combustión (1) comprende una cámara de combustión (2) y un primer sensor de temperatura (19) en la cámara de combustión (2) y un segundo sensor de temperatura (20) en la cámara de combustión (2); en donde el segundo sensor de temperatura (20) es diferente del primer sensor de temperatura (19); en donde el procedimiento comprende los pasos:
- 5 registrar una primera señal del primer sensor de temperatura (19);
- registrar una segunda señal del segundo sensor de temperatura (20);
- 10 determinar al menos una primera potencia de combustión (23) como función de la primera señal a partir de una primera curva característica (24) que indica una evolución de la potencia de combustión (23) sobre la señal del primer sensor de temperatura (19) para el primer sensor de temperatura (19);
- determinar al menos una segunda potencia de combustión (23) como función de la segunda señal a partir de una segunda curva característica (25) que indica una evolución de la potencia de combustión (23) sobre la señal del segundo sensor de temperatura (20) para el segundo sensor de temperatura (20);
- 15 determinar una potencia de combustión inmediata (23) del dispositivo de combustión (1) como función de la, al menos una, primera potencia de combustión (23) y de la, al menos una, segunda potencia de combustión (23); y
- controlar la salida de combustión inmediata (23) del dispositivo de combustión (1) a una potencia objetivo del dispositivo de combustión (1).
- 20 2. El procedimiento según la reivindicación 1, el dispositivo de combustión (1) que comprende adicionalmente al menos un actuador seleccionado de un actuador de aire (4) y un actuador de combustible (7 - 9), el control de la potencia de combustión inmediata (23) del dispositivo de combustión (1) a una potencia objetivo del dispositivo de combustión (1) que comprende los pasos:
- 25 conformar una diferencia entre la potencia de combustión inmediata (23) del dispositivo de combustión (1) y la potencia objetivo del dispositivo de combustión (1);
- generar una señal de actuador a partir de la diferencia; y
- enviar la señal del actuador al, al menos un, actuador.
3. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 2, en donde el procedimiento comprende los siguientes pasos:
- 30 determinar al menos un tercio de la potencia de combustión (23) como función de la primera señal utilizando la primera curva característica (24), en donde la primera curva característica (24) asigna al menos dos potencias de combustión (23) diferentes a la primera señal, de modo que la, al menos una, tercera potencia de combustión (23) es diferente de la, al menos una, primera potencia de combustión (23);
- 35 conformar una primera diferencia a partir de la, al menos una, primera potencia de combustión (23) y de la, al menos una, segunda potencia de combustión (23);
- conformar una segunda diferencia a partir de la, al menos una, tercera potencia de combustión (23) y de la, al menos una, segunda potencia de combustión (23);
- comparar la primera diferencia con la segunda diferencia;
- 40 seleccionar al menos una primera potencia de combustión (23) cuando la primera diferencia es menor que la segunda diferencia;
- seleccionar al menos una tercera potencia de combustión (23) cuando la segunda diferencia es menor que la primera diferencia;

determinar la potencia de combustión inmediata (23) del dispositivo de combustión (1) como función de la potencia de combustión (23) seleccionada y de la, al menos una, segunda potencia de combustión (23).

4. El procedimiento según la reivindicación 3, en donde el procedimiento comprende el paso:

5 determinar la potencia de combustión inmediata (23) del dispositivo de combustión (1) como medida aritmética de la potencia de combustión (23) seleccionada y de la, al menos una, segunda potencia de combustión (23).

5. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, el dispositivo de combustión (1) que comprende adicionalmente otro sensor en la cámara de combustión (2); en donde el otro sensor (2) en la cámara de combustión es diferente del primer sensor de temperatura (19) y del segundo sensor de temperatura (20); en donde el procedimiento comprende los siguientes pasos:

10 registrar otra señal de combustión del otro sensor;

determinar al menos otra potencia de combustión (23) como función de la otra señal de combustión utilizando otra curva característica que indica una evolución de la potencia de combustión (23) sobre la señal del otro sensor para el otro sensor; y

15 determinar la potencia de combustión inmediata (23) del dispositivo de combustión (1) como función de la, al menos una, primera potencia de combustión (23) y de la, al menos una, segunda potencia de combustión (23); y de la otra, al menos una, potencia de combustión (23).

6. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, el dispositivo de combustión (1) que comprende adicionalmente al menos un conducto de suministro en comunicación de fluido con la cámara de combustión (2), un dispositivo de señales de suministro (4, 7 - 9, 12) en conexión operativa con un fluido en el, al menos un, canal de suministro; en donde el dispositivo de señales de suministro (4, 7 - 9, 12) está dispuesto en el exterior de la cámara de combustión (2); en donde el procedimiento comprende los siguientes pasos:

registrar una señal de suministro desde el dispositivo de señales de suministro (4, 7 - 9, 12);

25 determinar una potencia de combustión basada en el suministro (23) como función de la señal de suministro utilizando una curva característica basada en el suministro, que muestra una evolución de la potencia de combustión (23) para el dispositivo de señales de suministro (4, 7 - 9, 12) sobre la señal del dispositivo de señal de suministro (4, 7 - 9, 12); y

determinar la potencia de combustión inmediata (23) del dispositivo de combustión (1) como función de la, al menos una, primera potencia de combustión (23) y de la, al menos una, segunda potencia de combustión (23); y de la potencia de combustión basada en el suministro (23).

30 7. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, el dispositivo de combustión (1) que comprende adicionalmente al menos un actuador seleccionado de un actuador de aire (4) y un actuador de combustible (7 - 9); en donde el procedimiento comprende los pasos:

enviar una señal de cambio al, por lo menos un, actuador;

tras el envío de la señal de cambio al, por lo menos un, actuador:

35 registrar una tercera señal del primer sensor de temperatura (19);

registrar una cuarta señal del segundo sensor de temperatura (20);

determinar al menos una tercera la potencia de combustión (23) como función de la tercera señal utilizando la primera curva característica (24);

40 determinar al menos una cuarta potencia de combustión (23) como función de la cuarta señal a partir de la segunda curva característica (25); y

determinar la potencia de combustión inmediata (23) del dispositivo de combustión (1) como función de la, al menos una, primera potencia de combustión (23), de la, al menos una, segunda potencia de combustión (23), de la, al menos una, tercera potencia de combustión (23) y de la, al menos una, cuarta potencia de combustión (23).

8. Dispositivo de combustión (1) que comprende una cámara de combustión (2) y un primer sensor de temperatura (19) en la cámara de combustión (2) y un segundo sensor de temperatura (20) en la cámara de combustión (2), en donde el segundo sensor de temperatura (20) es diferente del primer sensor de temperatura (19), al menos un canal de suministro en comunicación de fluido con la cámara de combustión (2), al menos un actuador seleccionado de un actuador de aire (4) y un actuador de combustible (7 - 9); en donde el, al menos un, actuador actúa sobre el, al menos un, conducto de suministro; en donde el dispositivo de combustión (1) comprende adicionalmente un dispositivo de regulación y/o control (13) en conexión de comunicaciones con el primer sensor de temperatura (19), el segundo sensor de temperatura (20) y el, al menos un, actuador; en donde el dispositivo de regulación y/o control (13) está diseñado para la ejecución de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7.
- 5
- 10 9. Producto de programa informático que comprende comandos que hacen que el dispositivo de combustión (1) de la reivindicación 8 ejecute los pasos del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7.
10. Medio legible por ordenador en el cual está almacenado el programa informático según la reivindicación 9.

FIG 1

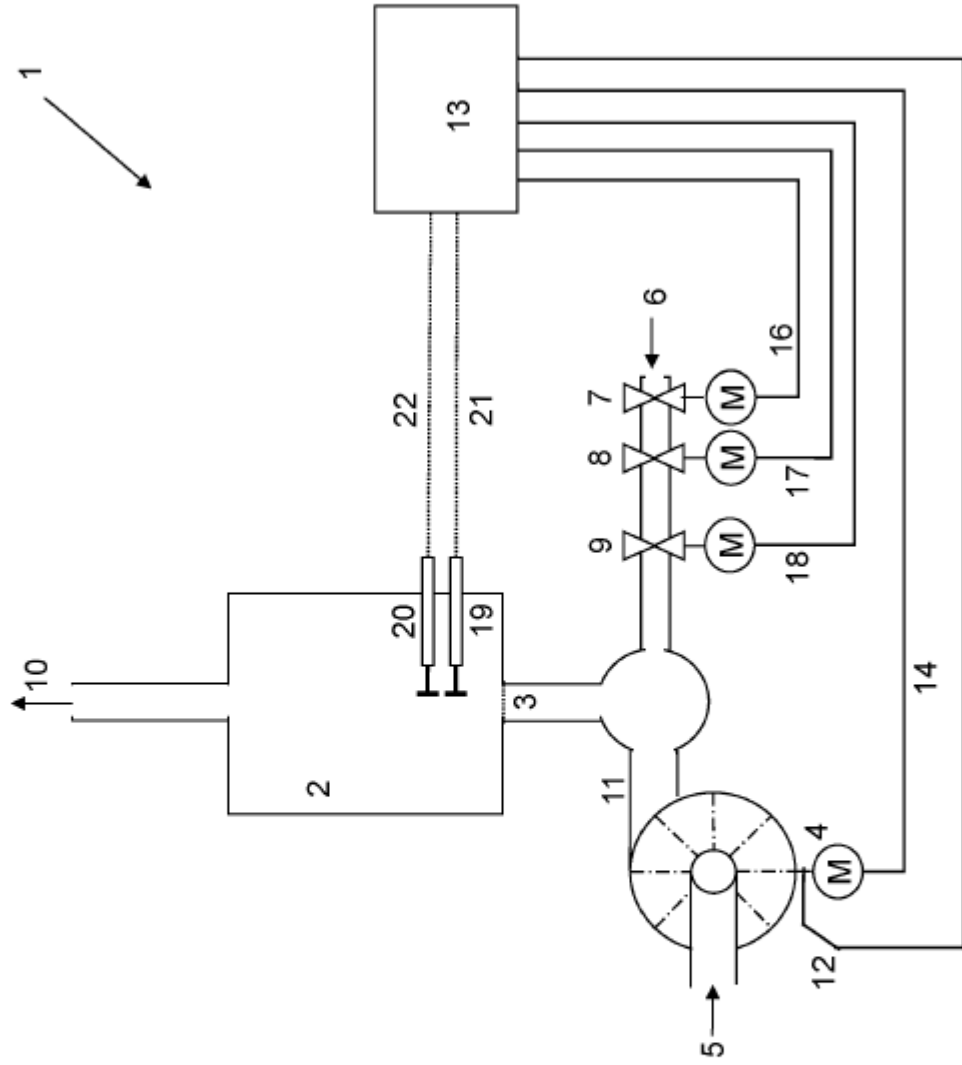


FIG 2

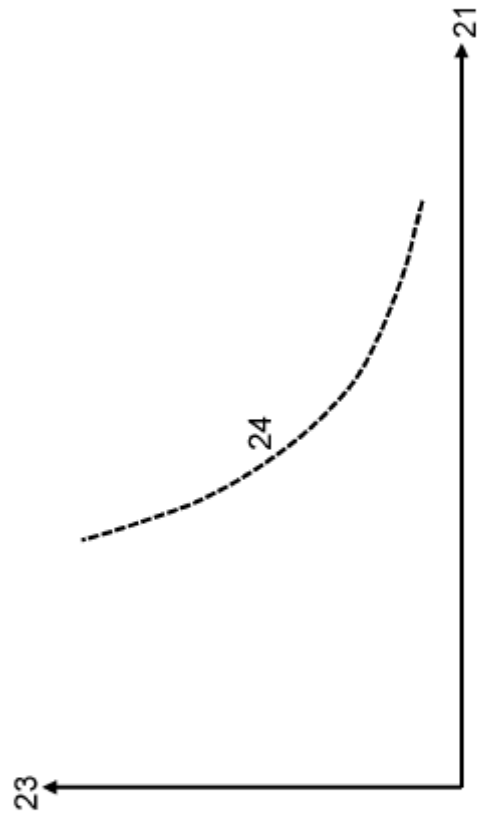


FIG 3

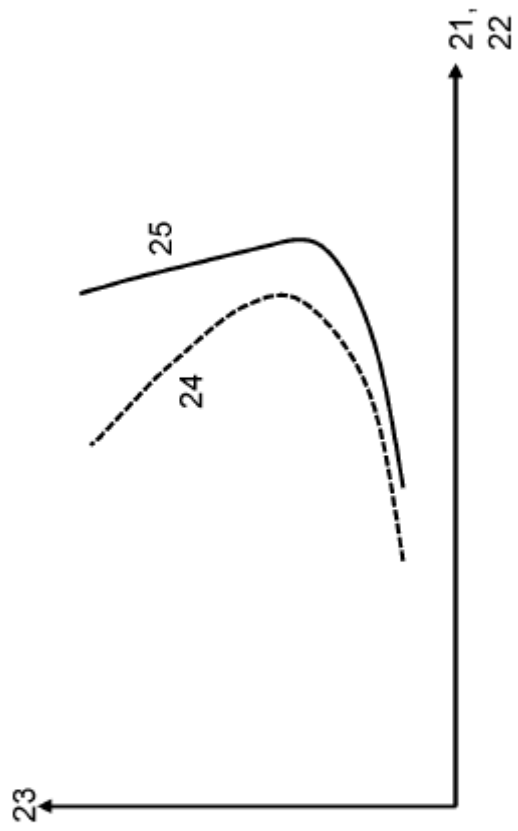


FIG 4

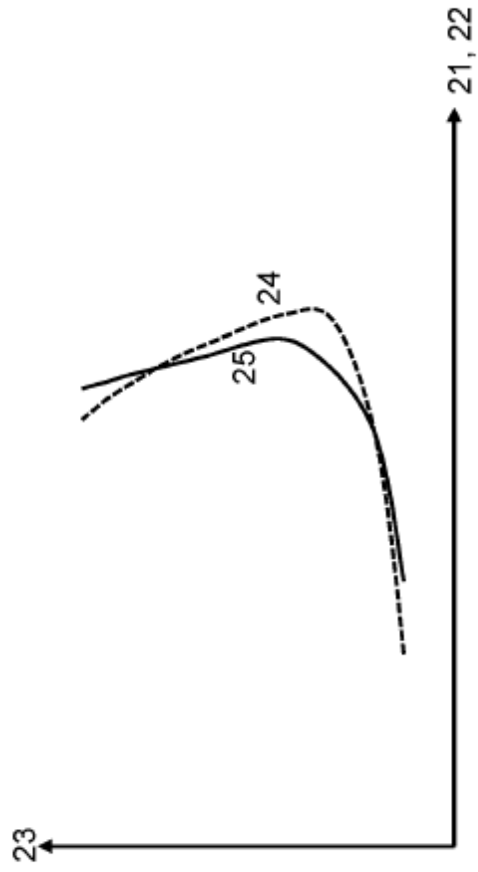


FIG 5

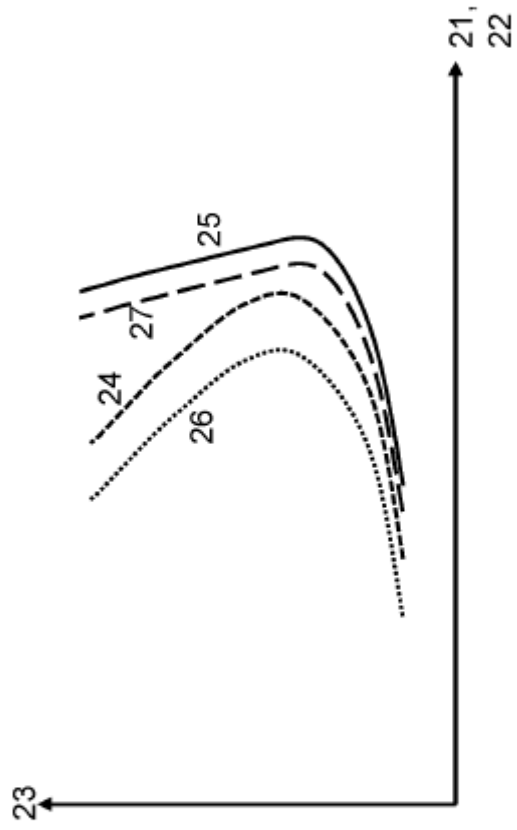


FIG 6

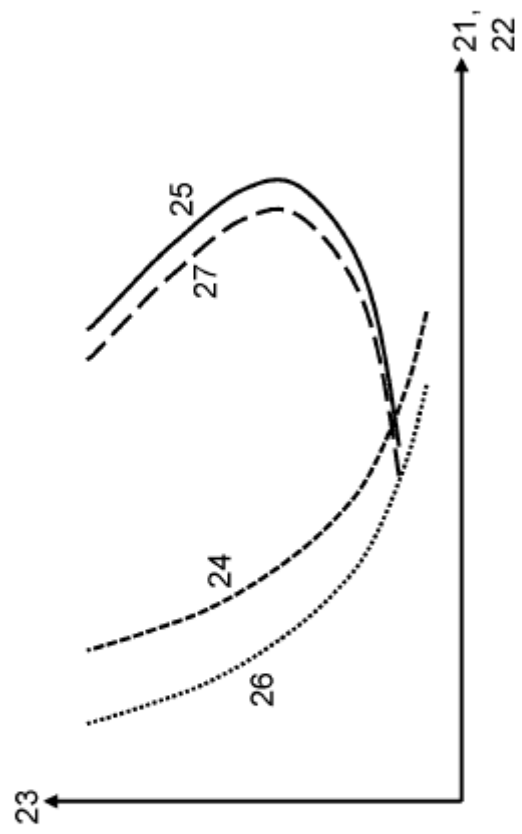


FIG 7

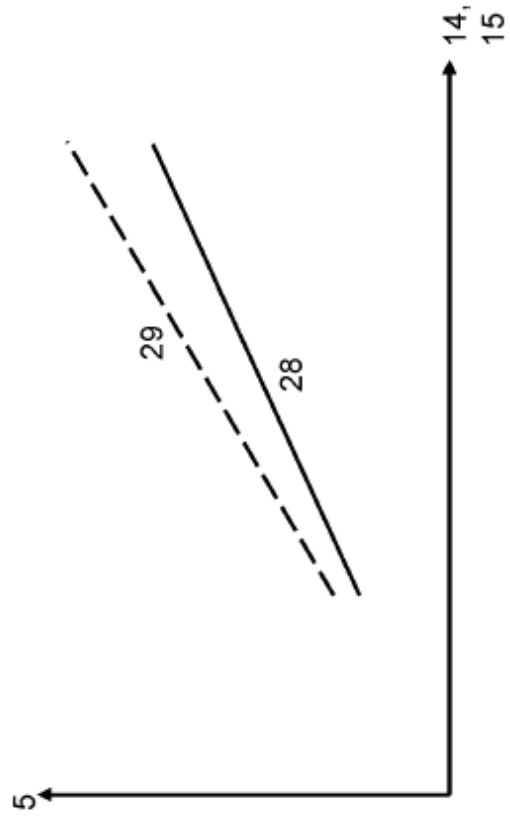


FIG 8

