

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 825**

51 Int. Cl.:

F23N 1/02 (2006.01)

F23N 5/18 (2006.01)

G01F 1/684 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2016 PCT/NL2016/050188**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.09.2016 WO16148571**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2016 E 16722413 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 3271655**

54 Título: **Dispositivo y método para mezclar gas combustible y aire de combustión, instalación de agua caliente provista con el mismo, sensor térmico de flujo másico correspondiente y método para medir un caudal másico de un flujo de gas**

30 Prioridad:

17.03.2015 NL 2014473

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

03.07.2020

73 Titular/es:

**INTERGAS HEATING ASSETS B.V. (100.0%)
Europark Allee 2
7742 NA Coevorden , NL**

72 Inventor/es:

COOL, PETER JAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 770 825 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

Dispositivo y método para mezclar gas combustible y aire de combustión, instalación de agua caliente provista con el mismo, sensor térmico de flujo másico correspondiente y método para medir un caudal másico de un flujo de gas

5 La invención se refiere a un dispositivo para mezclar gas combustible y aire de combustión para suministrar a un quemador. Tales dispositivos proporcionan una mezcla de gas y aire para quemar el gas combustible mediante un quemador. Estos dispositivos son aplicados, por ejemplo, en instalaciones de agua caliente, tales como una caldera de calefacción central, caldera o géiser.

10 Para tal combustión mezclada previamente de un gas combustible, se controla la relación de aire de combustión y el gas relevante en la mezcla. La relación de aire de combustión y gas combustible es elegida de tal manera que se consiga una combustión eficiente y segura. Típicamente se elige una relación de combustión estequiométrica con algo de aire en exceso para la relación de gas y aire. Por ejemplo, se opta por una relación de aproximadamente 10 partes de aire por 1 parte de gas natural en la combustión de gas natural.

15 El documento US 6561791 describe un dispositivo con una tubería de gas para el suministro de gas combustible y con una tubería de aire para el suministro de aire de combustión. La tubería de gas comprende una válvula de control (también conocida como "válvula de estrangulación"). Un sensor de flujo está conectado a la tubería de gas y a la tubería de aire. La válvula de control es controlada sobre la base del caudal medido por el sensor de flujo. Si la presión en la tubería de gas y la tubería de aire es la misma, el caudal medido será igual a cero. Sin embargo, si la presión del aire es mayor que la presión del gas, el sensor mide un flujo desde el conducto de aire al conducto de gas. La válvula de gas está, en ese caso, más abierta. Si la presión del aire es menor que la presión del gas, se medirá un flujo opuesto. La válvula de gas está, en ese caso, más cerrada.

Tal control controla la válvula de control para mantener el caudal del flujo de gas a través del sensor de flujo igual a cero. Sin embargo, los sensores de flujo son generalmente menos precisos en el intervalo de bajo flujo de fluido, es decir, en el intervalo de medición alrededor de cero. El control conocido es, por lo tanto, igualmente inexacto.

25 Un sensor de flujo defectuoso es además difícil de reconocer en dispositivos convencionales. Esto es porque un sensor de flujo defectuoso tendrá habitualmente una salida de valor cero; precisamente el valor al que se ha ajustado el control. Esto puede dar la falsa impresión de que el control está funcionando correctamente.

Es, por lo tanto, un objeto de la invención proporcionar un dispositivo para mezclar gas combustible y aire de combustión para suministrarlo a un quemador, en el que la relación de gas y aire puede ser controlada de manera precisa y fiable.

30 Este objetivo es conseguido con el dispositivo de acuerdo con la invención para mezclar gas combustible y aire de combustión para suministrar a un quemador. En una realización del dispositivo de acuerdo con la invención, el dispositivo comprende:

- una tubería de aire para el suministro de aire de combustión;
- una tubería de gas para el suministro de gas combustible que está provista de una válvula de control;
- una primera tubería de medición con un primer extremo exterior que está conectado a la tubería de aire y un segundo extremo exterior que está conectado a la tubería de gas;
- una segunda tubería de medición con un primer extremo exterior que está conectado a la primera tubería de medición en un punto entre el primer y el segundo extremo exterior de la primera tubería de medición, formando así una intersección de tres vías, y con un segundo extremo exterior que está conectado a la tubería de gas y/o a la tubería de aire;
- un sensor térmico de flujo másico, que comprende:
 - o un primer sensor de temperatura dispuesto en la primera tubería de medición y posicionado de tal manera que esté situado en un flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de aire durante la utilización; y
 - o un segundo sensor de temperatura dispuesto en la primera tubería de medición y posicionado de tal manera que esté situado en un flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de gas durante la utilización;
- un controlador conectado al sensor térmico de flujo másico y a la válvula de control y configurado para controlar la válvula de control sobre la base de una diferencia, medida por el sensor térmico de flujo másico, entre el caudal másico del flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de aire y el caudal másico del flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de gas.

50 Los sensores térmicos de flujo másico, también conocidos como sensores térmicos de flujo, son conocidos per se. Los sensores térmicos de flujo másico son particularmente adecuados para medir el caudal másico de un gas que fluye.

Un primer ejemplo de un sensor térmico de flujo másico convencional comprende un elemento calefactor y dos sensores de temperatura. Uno de los sensores de temperatura está colocado aguas arriba del elemento calefactor, mientras que el otro sensor de temperatura está colocado aguas abajo del elemento calefactor. El elemento calefactor calienta el fluido localmente. Cuando el fluido fluye, el calor será desplazado con la masa que fluye. El sensor aguas abajo del elemento calefactor mide de este modo una temperatura más alta que el sensor aguas arriba del elemento calefactor. De este modo, se puede determinar una dirección y un caudal másico del flujo de fluido sobre la base de la diferencia de temperatura.

Otro tipo de sensor térmico de flujo másico comprende un hilo caliente (sensor de flujo másico de hilo caliente o sensor de flujo de aire de masa de hilo caliente (MAF)). Un hilo caliente es colocado aquí en el flujo de gas para medir. El enfriamiento del hilo caliente es una medida del caudal de flujo másico del gas que pasa.

Otro tipo de sensor térmico de flujo másico es una variante del sensor de flujo másico de hilo caliente, en el que se aplica un termistor, por ejemplo una resistencia PTC, tal como una resistencia Pt100, o una resistencia NTC, en lugar de un hilo caliente.

En el contexto de la invención, se entiende que caudal másico significa la magnitud de un flujo de fluido expresado en masa por unidad de tiempo. Además de una magnitud, un flujo de fluido también tiene una dirección, es decir, un flujo de fluido es una cantidad vectorial. Se aplicará el símbolo ϕ para un flujo de fluido, mientras que se utilizará la notación $|\phi|$ para el caudal.

El sensor térmico de flujo másico de acuerdo con la realización descrita anteriormente comprende un primer sensor de temperatura y un segundo sensor de temperatura que están ambos previstos en la primera tubería de medición. El primer sensor de temperatura está posicionado de tal manera que está situado en un flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de aire durante la utilización. El segundo sensor de temperatura está posicionado de tal manera que está situado en un flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de gas durante la utilización. Por lo tanto, el segundo sensor de temperatura está situado aguas abajo del primer sensor de temperatura, como se ve en una dirección desde la tubería de aire a la tubería de gas.

El primer y segundo sensores de temperatura están, por ejemplo, situados a ambos lados de la intersección de tres vías. Los sensores de temperatura están, por ejemplo, previstos a ambos lados del punto en el que la segunda tubería de medición está conectada a la primera tubería de medición. Es decir, el primer sensor de temperatura está situado en la parte de la primera tubería de medición que se extiende desde la intersección de tres vías hasta la tubería de aire y el segundo sensor de temperatura está situado en la parte de la primera tubería de medición que se extiende desde la intersección de tres vías hasta la tubería de gas. Sin embargo, los sensores de temperatura también pueden estar colocados más juntos, siempre que el primer sensor esté configurado para medir un flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de aire y el segundo sensor esté configurado para medir un flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de gas. El primer y el segundo sensor están posicionados, por ejemplo, a ambos lados de una tubería imaginaria en ángulo recto con la primera tubería de medición que discurre a través del centro del primer extremo exterior de la segunda tubería de medición.

Si el flujo de gas en la primera tubería de medición en la dirección de la tubería de aire difiere del flujo de gas en la dirección de la segunda tubería de medición, esta diferencia es registrada por el primer y segundo sensores de temperatura. En un primer ejemplo, el primer y segundo sensores de temperatura están incorporados como un termistor o un hilo caliente y está cada uno conectado a una fuente de alimentación de modo que una corriente discorra a través del termistor o hilo caliente. El gas que pasa enfría los sensores de temperatura, lo que influye en la resistencia del sensor de temperatura. Este cambio en la resistencia es registrado y es una medida del caudal másico del gas que pasa. Cada sensor está incorporado, por ejemplo, en un circuito de anemómetro de temperatura constante, o en un circuito de anemómetro de tensión constante, o en un circuito de anemómetro de corriente constante. En un segundo ejemplo, se ha previsto un elemento calefactor para calentar el gas que pasa, y una diferencia en la temperatura medida por el primer y segundo sensores de temperatura es una medida de la diferencia en el flujo de gas a la tubería de aire y la tubería de gas respectivamente.

La intersección de tres vías está formada por que la primera tubería de medición está conectada a la segunda tubería de medición. En otras palabras, la intersección de tres vías está provista de una entrada y dos salidas o con una salida y dos entradas. En el primer caso, las dos salidas están conectadas a la tubería de aire y la tubería de gas. En el segundo caso, las dos entradas están conectadas a la tubería de aire y la tubería de gas.

Por lo tanto, el flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de aire puede estar dirigido tanto desde la intersección de tres vías a la tubería de aire como viceversa. El flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de gas puede además estar dirigido tanto hacia la tubería de gas como viceversa. El flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de gas en cualquier caso tiene una dirección opuesta a la dirección del flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de aire.

El sensor térmico de flujo másico está conectado a un controlador que, de esta manera, puede controlar la válvula de control sobre la base de la diferencia medida en el caudal másico. Si una diferencia es detectada, la presión en la tubería de gas y en la tubería de aire difiere, y la válvula de control es controlada para corregir esto.

En los sistemas convencionales, en los que no se ha proporcionado una segunda tubería de medición, la válvula de control es controlada de modo que no se produzca flujo a través de la primera tubería de medición. Sin embargo, en el dispositivo de acuerdo con la invención, la válvula de control es controlada de modo que da como resultado un flujo en la primera tubería de medición. Debido a que los sensores de flujo son menos precisos en el intervalo de bajo flujo de fluido, la invención puede medir la diferencia de presión entre la tubería de gas y la tubería de aire con mayor precisión que los sistemas convencionales. Si se desea, un sensor menos preciso puede ser suficiente para el dispositivo de acuerdo con la invención.

Una ventaja adicional de la invención es que un sensor defectuoso puede ser reconocido más fácilmente. En los sistemas convencionales, un sensor defectuoso puede tener una salida de valor cero, mientras que el flujo de hecho tiene lugar desde la tubería de gas a la tubería de aire o viceversa. Debido a la presencia de la segunda tubería de medición, todavía hay un flujo de gas presente en la primera tubería de medición cuando la presión en la tubería de aire y la tubería de gas es igual. En el caso indeseable de que el sensor tenga una salida de caudal másico cero, será inmediatamente evidente que hay un defecto.

Una ventaja adicional de la invención es que, debido a que se ha previsto una segunda tubería de medición, el caudal total de aire y/o gas se puede determinar si se desea sin tener que prever un sensor separado para el propósito. Esta determinación será dilucidada a continuación. La primera tubería de medición y la segunda tubería de medición forman una intersección de tres vías. Se pueden definir tres flujos de fluidos. El primer flujo φ_1 de fluido es definido como un flujo en la primera tubería de medición, desde la intersección de tres vías a la tubería de aire. El segundo flujo φ_2 de fluido es definido como un flujo en la primera tubería de medición, desde la intersección de tres vías a la tubería de gas. El segundo flujo φ_2 de fluido tiene una dirección opuesta al primer flujo φ_1 de fluido. El tercer flujo φ_3 de fluido es definido como un flujo en la segunda tubería de medición, desde la tubería de medición a la intersección de tres vías. Dado que la cantidad de gas que fluye hacia la intersección de tres vías debe ser igual a la cantidad de gas que fluye fuera de la intersección de tres vías, es el caso de que $\varphi_1 + \varphi_2 = \varphi_3$. El caudal másico de flujo φ_1 de fluido y de flujo φ_2 de fluido puede determinarse sobre la base de la medición por el primer y/o segundo sensores de temperatura. φ_3 puede ser entonces calculado sobre la base de φ_1 y φ_2 , por ejemplo como la suma de φ_1 y φ_2 .

Dado que el controlador controla la válvula de gas de modo que $|\varphi_1| = |\varphi_2|$, el caudal másico $|\varphi_3|$ si se desea, puede ser determinado como $|\varphi_3| = 2 * |\varphi_1|$ o $|\varphi_3| = 2 * |\varphi_2|$, aunque tal determinación será generalmente menos precisa que la determinación sobre la base de la suma de φ_1 y φ_2 .

En otras palabras, en sistemas convencionales con solo una tubería de medición solo se puede medir una cantidad, mientras que en la invención se pueden medir al menos dos cantidades: una diferencia en el flujo de fluido que es indicativa de una diferencia de presión entre la tubería de gas y la tubería de aire, y una suma de flujos de fluido que es indicativa de un caudal total.

En un quemador, la conductividad de la llama es utilizada para medir si realmente tiene lugar la combustión. También es posible, sobre la base de la conductividad, verificar si la combustión es correcta, por ejemplo si la combustión tiene lugar con suficiente exceso de oxígeno. Por lo tanto, esto es de gran importancia para la seguridad de la instalación en cuestión. Sin embargo, la corriente de llama que es medida también depende de la carga, es decir, la magnitud del flujo de gas. Debido a que la invención permite que se mida el caudal total del flujo de gas, se puede determinar la corriente de llama anticipada y ser utilizada para vigilar el correcto funcionamiento del aparato.

Una ventaja adicional de la invención es que el control puede ser realizado electrónicamente.

El sensor térmico de flujo másico es calibrado, por ejemplo, antes de poner en funcionamiento el dispositivo. La calibración tiene lugar preferiblemente cuando el dispositivo está apagado, al menos cuando no se producen flujos de gas y aire en el dispositivo. La unidad de procesamiento, por ejemplo, determina el caudal másico a través de la segunda tubería de medición sobre la base de al menos uno del valor medido por el primer sensor de temperatura y el valor medido por el segundo sensor de temperatura, y los datos de calibración y/o una característica del sensor.

En una realización preferida, el primer sensor de temperatura y el segundo sensor de temperatura están cada uno previstos en un circuito para anemometría de temperatura constante. El primer sensor de temperatura y el segundo sensor de temperatura se han incorporado preferiblemente como un termistor, un sensor de hilo caliente o un sensor de película caliente (también conocido como sonda de película caliente).

Tal circuito está configurado para mantener la temperatura del sensor de temperatura y por lo tanto su resistencia, constante controlando el flujo a través del sensor. Esto es realizado, por ejemplo, con un bucle de realimentación, por ejemplo sobre la base de un amplificador en combinación con un puente Wheatstone. Una tensión sobre el sensor de temperatura proporciona una corriente a través del sensor, por la que el sensor de temperatura se calienta. Cuando el sensor de temperatura, tal como un termistor PTC o un hilo caliente, se enfría debido a un gas que pasa, el circuito de realimentación aplicará más potencia con el fin de mantener el sensor de temperatura a la misma temperatura. Esto se puede medir en la salida del circuito.

Alternativamente, el primer sensor de temperatura y el segundo sensor de temperatura están cada uno previstos en un circuito para anemometría de tensión constante o anemometría de corriente constante. En otra realización preferida, el sensor térmico de flujo másico comprende además un elemento calefactor dispuesto en la primera tubería de medición y

situado en o cerca de la intersección de tres vías, en donde el primer sensor de temperatura está situado aguas arriba del elemento calefactor y el segundo sensor de temperatura está situado aguas abajo del elemento calefactor, como se ve en una dirección desde la tubería de aire a la tubería de gas, en donde el controlador está configurado para controlar la válvula de control sobre la base de una diferencia entre la temperatura medida por el primer sensor de temperatura y la temperatura medido por el segundo sensor de temperatura.

5 El primer y segundo sensores de temperatura son colocados de manera preferible sustancialmente a la misma distancia del elemento calefactor, de modo que la diferencia de temperatura medida entre los sensores sea igual a cero en ausencia de un flujo a través de la tubería de medición, desde la tubería de gas a la tubería de aire o viceversa. Si los dos sensores de temperatura tienen distancias diferentes al elemento calefactor, el control puede compensarlo.

10 En una realización, el dispositivo comprende una unidad de procesamiento que está conectada operativamente al sensor térmico de flujo másico y está configurada para determinar un caudal másico a través de la segunda tubería de medición sobre la base de los valores emitidos por el primer sensor de temperatura y el segundo sensor de temperatura.

15 La unidad de procesamiento y el controlador pueden estar integrados. En otras palabras, en lugar de una unidad de procesamiento separada, el controlador puede estar configurado tanto para controlar la válvula de control como para determinar el caudal másico a través de la segunda tubería de medición, es decir, calcular el caudal másico a través de la segunda tubería de medición.

20 En una realización preferida adicional de acuerdo con la invención, el sensor térmico de flujo másico comprende un tercer sensor de temperatura situado en un lado del elemento calefactor que mira hacia la segunda tubería de medición, y la unidad de procesamiento está configurada para determinar el caudal másico a través de la segunda tubería de medición sobre la base de los valores emitidos por el primer, segundo y tercer sensores de temperatura.

25 El caudal total a través de la segunda tubería de medición se puede determinar con mayor precisión previendo un tercer sensor de temperatura. Un flujo φ_3 es definido, por ejemplo, como un flujo desde la segunda tubería de medición a la intersección de tres vías. De acuerdo con esta definición, el tercer sensor de temperatura está situado aguas arriba en relación con el elemento calefactor en la dirección de flujo φ_3 , mientras que el primer y segundo sensores de temperatura están situados aguas abajo en relación con el elemento calefactor. En el caso de un flujo positivo, es decir, un flujo en la dirección definida anteriormente, el primer y segundo sensores de temperatura medirán una temperatura más alta que el tercer sensor de temperatura. De manera similar, en el caso de un flujo negativo, es decir, un flujo desde la intersección de tres vías a la segunda tubería de medición, el tercer sensor de temperatura medirá una temperatura más alta que el primer y segundo sensores de temperatura. Por lo tanto, el caudal total a través de la segunda tubería de medición está relacionado con la diferencia entre la temperatura medida por el tercer sensor de temperatura y la temperatura medida por el primer y/o segundo sensores de temperatura. Esta diferencia se determina, por ejemplo, como: $\Delta T = T_1 + T_2 - 2 * T_3$ o como $\Delta T = (T_1 + T_2)/2 - T_3$, en donde T_i es la temperatura del $i^{\text{ésimo}}$ sensor de temperatura. Basado en una relación lineal entre el caudal y la diferencia de temperatura, es entonces el caso en que: $|\varphi_3| = |\Delta T| * C$, con C representando una constante.

35 El primer, segundo y tercer sensores de temperatura están dispuestos preferiblemente en el mismo plano.

El sensor térmico de flujo másico es incorporado preferiblemente como un microsensor, por ejemplo como un sensor de película delgada.

40 De acuerdo con la invención, la segunda tubería de medición puede estar configurada de diferentes maneras. En una primera y segunda realizaciones, la segunda tubería de medición está conectada a la tubería de gas, mientras que en una tercera y cuarta realizaciones, la segunda tubería de medición está conectada a la tubería de aire.

En la primera realización, el segundo extremo exterior de la segunda tubería de medición está conectado a la tubería de gas en un punto situado aguas arriba en relación con el punto en el que la primera tubería de medición está conectada a la tubería de gas, como se ve en la dirección de flujo del gas combustible a través de la tubería de gas.

45 En esta realización, el caudal que fluye a través de la segunda tubería de medición es una medida del flujo de entrada de gas combustible al dispositivo. Debido a la invención es, por lo tanto, posible determinar la magnitud del flujo de gas. La corriente de llama anticipada se puede determinar sobre la base de este caudal de gas, de modo que sea posible vigilar con precisión si se produce la combustión correcta.

50 En la segunda realización, el segundo extremo exterior de la segunda tubería de medición está conectado a la tubería de gas en un punto situado aguas abajo en relación con el punto en el que la primera tubería de medición está conectada a la tubería de gas, como se ve en la dirección del flujo del gas combustible a través de la tubería de gas.

Las direcciones de flujo se invierten en relación con la primera realización. Sin embargo, en esta realización, el flujo en la segunda tubería de medición es también una medida del flujo de gas. La presión también es controlada de manera similar sobre la base de una diferencia entre un primer flujo φ_1 desde la tubería de aire a la intersección de tres vías y un segundo flujo φ_2 desde la intersección de tres vías a la tubería de gas.

55

En la primera o segunda realización, la tubería de gas comprende preferiblemente una restricción de flujo entre el punto en el que la primera tubería de medición está conectada a la tubería de gas y el punto en el que la segunda tubería de medición está conectada a la tubería de gas.

- 5 Se ha conseguido con la restricción de flujo, por ejemplo, un estrechamiento, que un flujo suficientemente grande fluya a través de la segunda tubería de medición. Es decir, el valor de φ_3 es suficientemente alto para permitir que se realice una medición fiable del flujo de gas.

En la tercera realización, el segundo extremo exterior de la segunda tubería de medición está conectado a la tubería de aire en un punto situado aguas arriba en relación con el punto en el que la primera tubería de medición está conectada a la tubería de aire, como se ve en la dirección de flujo del aire de combustión a través de la tubería de aire.

- 10 En la tercera realización, el caudal que fluye a través de la segunda tubería de medición es una medida del caudal del flujo de entrada de aire de combustión al dispositivo. Debido a la invención es, por lo tanto, posible determinar la magnitud del flujo de aire.

- 15 En la cuarta realización, el segundo extremo exterior de la segunda tubería de medición está conectado a la tubería de aire en un punto situado aguas abajo en relación con el punto en el que la primera tubería de medición está conectada a la tubería de aire, como se ve en la dirección de flujo del aire de combustión a través de la tubería de aire.

Como en la tercera realización, la magnitud de la entrada de aire se puede determinar de esta manera.

En la tercera y cuarta realización, la tubería de aire comprende preferiblemente una restricción de flujo entre el punto en el que la primera tubería de medición está conectada a la tubería de aire y el punto en el que la segunda tubería de medición está conectada a la tubería de aire.

- 20 Se aumenta la fiabilidad de la medición porque la restricción de flujo asegura un flujo de aire suficientemente grande a través de la segunda tubería de medición.

En una quinta realización, el segundo extremo exterior de la segunda tubería de medición está conectado tanto a la tubería de gas como a la tubería de aire, aguas abajo del punto en el que la primera tubería de medición está conectada a la tubería de aire y aguas abajo del punto en el que la primera tubería de medición está conectada a la tubería de gas.

- 25 En esta situación, el caudal del flujo a través de la segunda tubería de medición es una medida de la suma del caudal de gas y de aire. El caudal de una entrada de mezcla de gas y de aire se determina, por lo tanto, en esta configuración.

- 30 En la quinta realización, la tubería de aire comprende preferiblemente una primera restricción de flujo situada aguas abajo del punto en el que la tubería de aire está conectada a la primera tubería de medición, como se ve en la dirección del flujo de aire a través de la tubería de aire, y la tubería de gas comprende una segunda restricción de flujo situada aguas abajo del punto en el que la tubería de gas está conectada a la primera tubería de medición, como se ve en la dirección del flujo de gas a través de la tubería de gas.

Se aumenta de esta manera la fiabilidad de la medición del caudal de la entrada de la mezcla de gas y de aire, ya que las restricciones de flujo mejoran el flujo de entrada de gas y de aire en la segunda tubería de medición.

- 35 En una sexta realización, la tubería de gas comprende una válvula de cierre aguas arriba de la válvula de control, y el segundo extremo exterior de la segunda tubería de medición está conectado a la tubería de gas en un punto situado entre la válvula de control y la válvula de cierre.

En esta configuración, el caudal del flujo a través de la segunda tubería de medición es una medida de la diferencia en la presión ($P_{\text{suministro_gas}}$) de suministro de gas y la presión (P_{gas}) de gas aguas abajo de la válvula de control.

- 40 Por ejemplo, la válvula de cierre se puede cambiar desde una situación cerrada a una abierta por el controlador. De lo contrario, se ha observado que, en otras realizaciones, también se puede proporcionar una válvula de cierre además de la válvula de control.

En la sexta realización, la tubería de aire comprende opcionalmente una restricción de flujo situada aguas abajo del punto en el que la tubería de aire está conectada a la primera tubería de medición, como se ve en la dirección del flujo de aire a través de la tubería de aire.

- 45 En otra realización preferida, el sensor térmico de flujo másico comprende al menos otro sensor de temperatura y/o elemento calefactor.

- 50 Se puede aumentar la precisión de las mediciones previendo una pluralidad de sensores de temperatura. Debido a que la medición es realizada con una pluralidad de sensores, se pueden reducir los errores de medición. Si el valor medido por un sensor determinado difiere mucho del valor medido por sensores cercanos, este sensor puede ser ignorado, por ejemplo, durante el cálculo.

Previendo una pluralidad de elementos calefactores, cada sensor de temperatura puede ser colocado a la misma distancia de un elemento calefactor, de modo que se puede aplicar en cada caso sustancialmente la misma relación entre la temperatura medida y el flujo de fluido.

5 La invención se refiere además a una instalación de agua caliente que comprende un dispositivo como se ha descrito anteriormente. Las mismas ventajas y efectos como se ha descrito anteriormente en relación con el dispositivo de acuerdo con la invención también se aplican a tal instalación de agua caliente.

La invención se refiere además a un sensor térmico de flujo másico, que comprende:

- un elemento calefactor; y
- un primer, un segundo y un tercer sensores de temperatura,

10 en donde el primer y segundo sensores de temperatura están dispuestos a cada lado del elemento de calentamiento y están dispuestos en una tubería con el elemento calefactor en una primera dirección, y en donde el tercer sensor de temperatura está dispuesto en una tubería con el elemento calefactor en una segunda dirección, que difiere de la primera dirección y preferiblemente se encuentra sustancialmente de forma transversal a la segunda dirección.

15 Tal sensor de flujo másico es particularmente adecuado para su utilización en el dispositivo de acuerdo con la invención. Sin embargo, el sensor de flujo másico de acuerdo con la invención también puede ser utilizado para otras aplicaciones.

En una realización preferida, el sensor térmico de flujo másico comprende al menos otro sensor de temperatura y/o elemento calefactor.

20 En una realización preferida adicional, el sensor térmico de flujo másico comprende al menos dos sensores de temperatura dispuestos adyacentes entre sí en el mismo lado del elemento de calentamiento y sustancialmente a la misma distancia del elemento calefactor.

Dado que se han colocado en el mismo lado del elemento calefactor y, además, a la misma distancia del elemento calefactor, los dos sensores de temperatura miden sustancialmente la misma temperatura. Por lo tanto, la temperatura se puede determinar con precisión tomando un promedio de las temperaturas medidas por estos dos sensores.

En una realización preferida, el elemento calefactor y los sensores de temperatura están dispuestos en una rejilla.

25 En otras palabras, el sensor térmico de flujo másico es incorporado como un sensor de matriz. El sensor es capaz de medir con precisión los flujos de fluido (gas o líquido). Cuando un flujo de fluido es medido con sensores convencionales, solo se mide el flujo local. Sin embargo, un flujo varía generalmente en función de la posición. En una tubería, el flujo a lo largo de la pared diferirá, por ejemplo, del flujo en el centro de la tubería. El sensor de matriz de acuerdo con la invención permite medir dicho perfil de flujo.

30 El sensor térmico de flujo másico es preferiblemente un sensor de película delgada.

El sensor de acuerdo con la invención es producido, por ejemplo, aplicando una película delgada a un sustrato. El sustrato es, por ejemplo, un material con baja conductividad térmica, por ejemplo, un material cerámico. Una estructura electrónica es entonces dispuesta sobre la película delgada, en donde se forman las resistencias de medición y las resistencias de calentamiento. Por ejemplo, esto puede ser realizado mediante grabado de la capa de película delgada o por medio de otra tecnología conocida para la producción de chips.

35

La invención se refiere además a un método para controlar un dispositivo para mezclar un gas combustible y aire de combustión para suministrar a un quemador, comprendiendo el dispositivo:

- una tubería de aire para el suministro de aire de combustión;
- una tubería de gas para el suministro de un gas combustible provisto de una válvula de control;

40 – una primera tubería de medición con un primer extremo exterior que está conectado a la tubería de aire y un segundo extremo exterior que está conectado a la tubería de gas; y

– una segunda tubería de medición con un primer extremo exterior que está conectado a la primera tubería de medición en un punto entre el primer y el segundo extremo exterior de la primera tubería de medición, formando así una intersección de tres vías, y con un segundo extremo exterior que está conectado a la tubería de gas y/o a la tubería de aire,

45

el método comprende:

- medir un caudal másico de un flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de aire;
- medir un caudal másico de un flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de gas;

- abrir la válvula de control si el caudal másico del flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de gas es un primer valor umbral predeterminado menor que el flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de aire; y
 - cerrar la válvula de control si el caudal másico del flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de gas es un segundo valor umbral predeterminado mayor que el flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de aire.
- 5 La válvula de control puede ser abierta en mayor o menor medida. Por lo tanto, "abrir la válvula de control" y "cerrar la válvula de control" también se entiende que significa "abrir más la válvula de control" y "cerrar más la válvula de control".
- El primer valor umbral y/o el segundo valor umbral son establecidos preferiblemente en cero para una relación 1: 1 entre el caudal másico del flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de aire y el caudal másico del flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de gas.
- 10 La invención se refiere además a un método para medir un caudal másico de un flujo de gas en un dispositivo para mezclar gas combustible y aire de combustión para suministrar a un quemador, comprendiendo el dispositivo:
- una tubería de aire para el suministro de aire de combustión;
 - una tubería de gas para el suministro de un gas combustible provisto de una válvula de control;
- 15 – una primera tubería de medición con un primer extremo exterior que está conectado a la tubería de aire y un segundo extremo exterior que está conectado a la tubería de gas;
- una segunda tubería de medición con un primer extremo exterior que está conectado a la primera tubería de medición en un punto entre el primer y el segundo extremo externo de la primera tubería de medición, formando así una intersección de tres vías, y con un segundo extremo exterior que está conectado a la tubería de gas y/o a la tubería de aire;
- 20 – un sensor térmico de flujo másico, que comprende:
- un primer sensor de temperatura dispuesto en la primera tubería de medición y posicionado de tal manera que esté situado en un flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de aire durante la utilización; y
 - un segundo sensor de temperatura dispuesto en la primera tubería de medición y posicionado de tal manera que esté situado en un flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería de gas durante la utilización,
- 25 el método comprende:
- determinar el caudal másico a través de la segunda tubería de medición sobre la base de al menos uno del valor emitido por el primer sensor de temperatura y el valor emitido por el segundo sensor de temperatura.
- Las mismas ventajas y efectos como se ha descrito anteriormente en relación con el dispositivo de acuerdo con la invención también se aplican a los métodos indicados anteriormente. Los métodos pueden ser aplicados particularmente
- 30 en combinación con un dispositivo de acuerdo con la invención.
- El valor que es emitido por el primer y segundo sensores de temperatura es, por ejemplo, indicativo de una temperatura, por ejemplo, un valor de tensión o valor de corriente que es indicativo de la temperatura. En otro ejemplo, el primer y segundo sensores de temperatura tienen una salida de un valor que es indicativa de una velocidad de flujo o del caudal másico, por ejemplo, un valor de tensión o valor de corriente que es indicativo de la velocidad de flujo o del caudal
- 35 másico.
- Otras ventajas, características y detalles de la invención son dilucidadas sobre la base de realizaciones preferidas de la misma, en donde se hace referencia a los dibujos adjuntos.
- La figura 1A muestra esquemáticamente una primera realización ejemplar de un dispositivo de acuerdo con la invención;
- 40 – La figura 1B muestra en detalle el sensor térmico de flujo másico para el dispositivo de la figura 1A;
- Las figuras 2A-C ilustran la medición de diferentes flujos de fluidos a lo largo del sensor de la figura 1B;
 - La figura 3A muestra esquemáticamente una segunda realización de un sensor térmico de flujo másico para el dispositivo de la figura 1A;
- 45 – La figura 3B muestra esquemáticamente una tercera realización de un sensor térmico de flujo másico para el dispositivo de la figura 1A;
- La figura 3C muestra un circuito para un sensor de temperatura del sensor de flujo másico de la figura 3B;

- La figura 3D muestra esquemáticamente una cuarta realización de un sensor térmico de flujo másico para el dispositivo de la figura 1A;
- La figura 4 muestra esquemáticamente una segunda realización ejemplar de un dispositivo de acuerdo con la invención;
- 5 – La figura 5 muestra esquemáticamente una tercera realización ejemplar de un dispositivo de acuerdo con la invención;
- La figura 6 muestra esquemáticamente una cuarta realización ejemplar de un dispositivo de acuerdo con la invención;
- La figura 7 muestra esquemáticamente una quinta realización ejemplar de un dispositivo de acuerdo con la invención;
- La figura 8 muestra esquemáticamente una sexta realización ejemplar de un dispositivo de acuerdo con la invención;
- 10 – Las figuras 9A-B muestran esquemáticamente una segunda y tercera realizaciones ejemplares de un sensor térmico de flujo másico de acuerdo con la invención; y
- Las figuras 9C-D muestran esquemáticamente una cuarta y quinta realizaciones ejemplares de un sensor térmico de flujo másico de acuerdo con la invención, en donde el sensor es incorporado como una matriz de elementos calefactores y sensores de temperatura.
- 15 El dispositivo 2 (figura 1A) comprende una tubería 4 de aire y una tubería 6 de gas. El aire es aspirado a través de la tubería 4 de aire por medio del ventilador 8. Además, el gas natural es suministrado a través de la tubería 6 de gas. La tubería 6 de gas está prevista en el lado de alimentación con una válvula 12 de control. La tubería 6 de gas desemboca en la tubería 4 de aire con el fin de mezclar el gas con el aire. La tubería 6 de gas comprende opcionalmente en el extremo exterior una boquilla 10 que desemboca en la tubería 4 de aire.
- 20 La tubería 4 de aire está conectada a la tubería 6 de gas a través de una primera tubería 14 de medición. Un extremo exterior a de la tubería 14 de medición está conectado con este propósito a la tubería 4 de aire, mientras que el otro extremo exterior b está conectado a la tubería 6 de gas. Una segunda tubería 16 de medición está conectada con su extremo exterior c a la tubería 14 de medición, mientras que su otro extremo exterior d está conectado a la tubería 6 de gas. El extremo exterior d de la tubería 16 de medición está situado aguas arriba del extremo exterior b de la tubería 14 de medición, como se ve en la dirección de flujo del gas a través de la tubería 6 de gas.
- 25 Debido a que el extremo exterior c de la tubería 16 de medición está acoplado a la tubería 14 de medición en un punto entre los extremos exteriores a y b de la tubería 14 de medición, se ha formado una intersección de tres vías (también conocida como unión en T). Un sensor térmico 18 de flujo másico está posicionado en la intersección de tres vías (figura 1B).
- 30 Una restricción 19 de flujo, tal como un estrechamiento, está dispuesta en la tubería de gas entre el extremo exterior b de la tubería 14 de medición y el extremo exterior d de la tubería 16 de medición.
- La válvula 12 de control es controlada por un controlador (no mostrado) sobre la base de los flujos de fluido medidos por el sensor 18. El sensor 18 mide la magnitud del flujo φ_1 de fluido que fluye desde la intersección de tres vías a la tubería 4 de aire. El sensor 18 además mide la magnitud del flujo φ_2 de fluido que fluye desde la intersección de tres vías a la tubería 4 de gas. La magnitud del flujo de fluido está determinada por el sensor 18 en forma de un caudal másico del flujo, por ejemplo expresado en kg/s. La salida del sensor 18 es, por ejemplo, una tensión o corriente que es indicativa del caudal másico de los flujos φ_1 , φ_2 de gas relevantes.
- 35 El sensor 18 comprende en este ejemplo un elemento calefactor 20, por ejemplo en forma de una resistencia o hilo caliente. Tres sensores 22, 24, 26 de temperatura están dispuestos alrededor del elemento calefactor 20. Los sensores 22, 24 de temperatura están situados a cada lado del elemento calefactor 20. El sensor 22 de temperatura, el elemento calefactor 20 y el sensor 24 de temperatura se encuentran así en una tubería, al menos sustancialmente en una tubería, en la tubería 14 de medición. El tercer sensor 26 de temperatura está posicionado en el lado de la segunda tubería 16 de medición en relación con el elemento calefactor 20. Se ha recomendado colocar los sensores 22, 24, 26 de temperatura sustancialmente a la misma distancia del elemento calefactor 20, como se ha mostrado en el ejemplo. Si son colocados
- 40 alternativamente a diferentes distancias, esto debe ser corregido en el procesamiento de los valores medidos por los sensores 22, 24, 26.
- 45 Los sensores de temperatura 22, 24, 26 pueden ser, por ejemplo, los termistores, tales como los termistores PTC o NTC.
- El elemento calefactor 20 es alimentado con una potencia predeterminada, preferiblemente una potencia constante. El calor producido por el elemento calefactor 20 es así conocido. Si no se produce ningún flujo de gas, el calor es distribuido
- 50 uniformemente y los sensores 22, 24, 26 de temperatura miden la misma temperatura. Sin embargo, si el flujo de un gas (gas natural, aire o una mezcla de gas natural y aire) tiene lugar a través de las tuberías 14, 16 de medición, el calor es distribuido por ese gas y se producen diferencias de temperatura. Por lo tanto, se pueden determinar el caudal másico y

la dirección del flujo de fluido a través de la intersección de tres vías sobre la base de la temperatura medida por los sensores 22, 24, 26.

5 El caudal másico del flujo φ_1 de gas en la dirección de la tubería 4 de aire es proporcional a la diferencia de temperatura medida por el sensor 22 y el sensor 26 (figura 2A). Si se hace uso, por ejemplo, de una potencia de calentamiento constante del elemento calefactor 20, es el caso en el que una aproximación lineal: $\varphi_1 = C \cdot (T_{22} - T_{26})$, donde C representa una constante. De manera similar, es el caso en el que $\varphi_2 = C \cdot (T_{24} - T_{26})$ (véase la figura 2B). Para calcular el flujo φ_3 total de fluido que fluye hacia la intersección de tres vías, es el caso en el que: $\varphi_3 = \varphi_1 + \varphi_2 = C \cdot (T_{22} + T_{24} - 2 \cdot T_{26})$.

10 Controlando la válvula 12 de control con el controlador, la presión P_{aire} (figura 1A) y la presión P_{salida_gas} (figura 1A) se mantienen iguales entre sí. En el caso de igual presión, es el caso en el que $\varphi_1 = \varphi_2$. Si la presión es, en efecto, igual es medida determinando la diferencia de temperatura entre el sensor 22 de temperatura y el sensor 24 de temperatura. La figura 2C ilustra una situación en la que la presión es desigual, de modo que el gas fluye en la dirección del sensor 24 al sensor 22. El sensor 22 detectará entonces una temperatura más alta que el sensor 24. Por lo tanto, el controlador controla la válvula 12 de control sobre la base de la diferencia de temperatura entre el sensor 22 y el sensor 24.

15 El flujo φ_3 de gas a través de la segunda tubería 16 de medición está correlacionado con el flujo a través de la tubería 6 de gas y depende, entre otras cosas, de la caída de presión $P_{entrada_gas} - P_{salida_gas}$. Por lo tanto, se puede determinar la entrada de gas sobre la base de φ_3 .

Para calcular el flujo de gas a través de la tubería 6 de gas sobre la base de φ_3 , se hace uso opcionalmente de datos de calibración y/o datos acerca de la característica del sensor.

20 En lugar de un sensor 18 de flujo másico con tres sensores 22, 24, 26 de temperatura es alternativamente posible utilizar un sensor 18' de flujo másico convencional (figura 3A) con dos sensores 22', 24' de temperatura y un elemento calefactor 20'. De manera similar a como se ha descrito anteriormente, la válvula 12 de control es controlada sobre la base de una diferencia en la temperatura medida por el sensor 22' y el sensor 24'. Esta diferencia de temperatura es una medida de $\varphi_1 - \varphi_2$. Se puede determinar el caudal total del flujo φ_3 de gas sobre la base de la temperatura medida por el sensor 22' y/o el sensor 24'. Esto se debe a que el elemento calefactor 20' calienta el gas con una potencia constante. Si el flujo φ_3 de gas aumenta, la temperatura medida por φ_1 y φ_2 disminuirá. Debido a que el flujo de gas es controlado de tal manera que $\varphi_1 = \varphi_2$, es el caso en el que $\varphi_3 = 2 \cdot \varphi_1 = 2 \cdot \varphi_2$. Expresado como una función de la temperatura de los sensores 22' y 24', esto da como resultado $\varphi_3 = R \cdot 2 \cdot T_{22'} = R \cdot 2 \cdot T_{24'}$, en donde R es una constante que depende, entre otras cosas, de la potencia constante, predeterminada del elemento calefactor 20'. Se determina preferiblemente φ_3 sobre la base de la suma de las temperaturas medidas por los sensores, como de acuerdo con $\varphi_3 = R \cdot (T_{22'} + T_{24'})$, de modo que el caudal $|\varphi_3|$ determinado es menos susceptible a imprecisiones de medición.

35 En otra variante, el sensor 1018 de flujo másico (figura 3B) está incorporado sin un elemento calefactor separado. Dos sensores 1022, 1024 de temperatura están incorporados cada uno en un circuito eléctrico. Debido a que una corriente discurre a través de los sensores de temperatura, producen calor. Este calor cambia la resistencia de los sensores 1022, 1024 de temperatura. Los termistores de Coeficiente de Temperatura Positivo (PTC) se aplican preferiblemente como sensores 1022, 1024 de temperatura. El calentamiento de los sensores 1022, 1024 resulta entonces en un aumento de la resistencia. Los termistores de Coeficiente de Temperatura Negativo (NTC) se pueden aplicar alternativamente, en donde el calentamiento resulta en una disminución de la resistencia. En otra alternativa, se aplica un hilo caliente como sensor de temperatura, de manera similar a un termistor PTC.

40 El auto-calentamiento de los sensores 1022, 1024 de temperatura está influenciado por el gas que pasa. Los sensores 1022, 1024 de temperatura son enfriados en particular por el gas que pasa. El grado de enfriamiento depende del caudal másico del flujo de gas: cuanto más flujo de gas pasa por los sensores 1022, 1024 por unidad de tiempo, más sensores 1022, 1024 son enfriados. En resumen, el flujo de gas influye en la temperatura de los sensores 1022, 1024 y, de este modo, en la resistencia, que se puede medir. Para esta medición, los sensores 1022, 1024 están incorporados en un circuito de medición. El circuito está configurado, por ejemplo, para aplicar una tensión constante sobre el sensor relevante 1022, 1024. El flujo de gas enfría el sensor 1022, 1024 de modo que su resistencia disminuya (PTC) o aumente (NTC), lo que proporciona respectivamente un aumento o disminución de la corriente cuando la tensión permanece constante. La corriente es medida y es una medida del caudal másico. La salida del circuito es, por ejemplo, una tensión indicativa de la corriente a través del sensor 1022, 1024 y, de este modo, del caudal $|\varphi_1|$ o $|\varphi_2|$ másico respectivo en cuestión.

Se ha observado que, aunque se puede medir el caudal $|\varphi|$ de flujo másico del flujo de gas relevante con los sensores 1022, 1024, la dirección de este flujo de gas no se puede medir. Sin embargo, la dirección es fija debido a la configuración elegida de la segunda tubería de medición.

55 En otro ejemplo, un sensor 1022, 1024 está incorporado en un circuito configurado para mantener una corriente constante a través del sensor 1022, 1024. En tal circuito, la tensión sobre el sensor 1022, 1024 es una medida del caudal másico del flujo de gas.

Sin embargo, se aplica preferiblemente un circuito que está configurado para mantener constante la temperatura del sensor 1022, 1024. Un ejemplo de tal circuito se ha mostrado en la figura 3C. El circuito comprende un amplificador, tal

como un amplificador operacional, con una entrada negativa y una entrada positiva. El circuito comprende además un puente Wheatstone en el que se ha incorporado un termistor PTC R_{ptc} en el ejemplo mostrado. El punto A del puente Wheatstone está conectado a la entrada negativa del amplificador, mientras que el punto B está conectado a la entrada positiva. Si la temperatura de R_{ptc} cae debido a que el gas fluye más allá de este sensor, su resistencia disminuirá. Sin embargo, el amplificador mantendrá la misma tensión en sus dos entradas, de modo que $V_+ = V_-$ y $V_A = V_B$. Cuando la resistencia disminuye, el amplificador inyectará así más potencia en el punto C del puente Wheatstone, por lo que la tensión de salida V_{salida} también aumenta. V_{salida} es, por lo tanto, una medida del caudal másico del flujo de gas: un caudal másico mayor significa una tensión V_{salida} mayor.

La figura 3D muestra una variante de la figura 3B en donde el sensor 1018' de flujo másico está incorporado con tres sensores 1022, 1024, 1026 de temperatura. Se puede determinar un caudal de flujo másico del flujo relevante con cada sensor 1022, 1024, 1026 de temperatura de manera similar a como se ha descrito anteriormente para el sensor 1018 de flujo másico. En resumen, un circuito de medición con sensor 1022 produce una salida indicativa de $|\varphi_1|$, un circuito de medición con sensor 1024 una salida indicativa de $|\varphi_2|$ y un circuito de medición con sensor 1026 una salida indicativa de $|\varphi_3|$.

En un dispositivo 102 de acuerdo con una segunda realización ejemplar (figura 4), la segunda tubería 116 de medición está situada aguas abajo en relación con la primera tubería 114 de medición. En otras palabras, el extremo exterior d de la tubería 116 de medición está situado aguas abajo en relación con el extremo exterior b de la tubería 114 de medición, como se ve en la dirección de flujo a través de la tubería 106 de gas. El sensor también se reflejará en relación con la figura 1B, es decir, con el sensor 26 de temperatura en el lado opuesto del elemento calefactor 20 (a la derecha en lugar de a la izquierda del elemento 20 en la figura 1B). Debido a esta configuración alternativa, la dirección del flujo de φ_1 , φ_2 y φ_3 es opuesta a los flujos correspondientes en la figura 1A. Sin embargo, también es el caso del dispositivo 102 que: $\varphi_3 = \varphi_1 + \varphi_2$ (con las direcciones de flujo definidas como en la figura 4).

La válvula 112 de control del dispositivo 102 es controlada de tal manera que $P_{entrada_gas} = P_{aire}$. En ese caso, $\varphi_1 = \varphi_2$. En resumen, al igual que con el dispositivo 102, el controlador (no mostrado) controla la válvula 112 de control sobre la base de la diferencia entre φ_1 y φ_2 . Esta diferencia se puede determinar sobre la base de la temperatura medida por los sensores 22 y 24, como de acuerdo con $\varphi_1 - \varphi_2 = C \cdot (T_{24} - T_{22})$. En resumen, si los sensores 22 y 24 miden la misma temperatura, entonces es el caso en el que $\varphi_1 = \varphi_2$.

En el dispositivo 102, el ventilador 108 está colocado aguas arriba de la tubería 114 de medición en la dirección de flujo del aire, en lugar de aguas abajo de la tubería 14 de medición, como en la figura 1A. Se ha observado que esto es opcional: se puede colocar un ventilador aguas arriba o aguas abajo de la primera tubería de medición según se desee en cualquier realización del dispositivo de acuerdo con la invención.

En una tercera realización, el dispositivo 202 tiene una configuración para medir el caudal del aire suministrado en lugar del caudal del gas aspirado (figura 5). En este caso, la segunda tubería 216 de medición está conectada a la tubería 204 de aire en lugar de a la tubería de gas. En la tubería 204 de aire se ha previsto una restricción 219 de flujo entre el extremo exterior d de la tubería 216 de medición y el extremo exterior a de la tubería 214 de medición. Con propósitos de comparación, en la figura 1A, la restricción de flujo estaba situada en la tubería de gas. Una vez más se da el caso en el que $\varphi_3 = \varphi_1 + \varphi_2$. Sin embargo, en la realización de acuerdo con la figura 5, φ_3 es una medida del flujo de aire aspirado en lugar del flujo de gas aspirado. En este caso, φ_3 depende, entre otras cosas, de la diferencia de presión $P_{entrada_aire} - P_{salida_aire}$. En otras palabras, $|\varphi_3|$ es una medida del caudal del flujo de aire.

El dispositivo 302 de acuerdo con una cuarta realización (figura 6) tiene una segunda tubería 316 de medición que, al igual que en la realización de acuerdo con la figura 5, está conectada a la tubería 304 de aire. Sin embargo, en contraste con la figura 5, la tubería 316 de medición está situada aguas abajo en relación con la tubería 314 de medición. En esta situación $|\varphi_3|$ también es una medida del caudal del flujo de aire.

En una quinta realización (figura 7), la segunda tubería 416 de medición está conectada con su segundo extremo exterior d tanto a la tubería 404 de aire como a la tubería 406 de gas en esas tuberías 404, 406 y 416 que convergen en la cámara 428 de mezcla. No se ha mostrado ningún ventilador en este ejemplo, pero el dispositivo comprende un ventilador aguas abajo que aspira la mezcla como de acuerdo con la flecha Z como resultado de una baja presión P_z que es realizada en relación con P_{aire} y P_{gas} .

Se ha previsto una restricción 419a de flujo en la tubería 404 de aire aguas abajo de la primera tubería 414 de medición. Se ha previsto una restricción 419b de flujo en la tubería 406 de gas aguas abajo de la primera tubería 414 de medición.

En la quinta realización, $\varphi_3 = \varphi_1 + \varphi_2$ es una medida del flujo total de la mezcla de gas y aire en la dirección del quemador. La válvula 412 de control es controlada nuevamente sobre la base de $\varphi_1 - \varphi_2$, como se ha determinado por medio del sensor 418 de flujo másico. Esto consigue que $\varphi_1 = \varphi_2$ y, como resultado, $P_{aire} = P_{gas}$.

En una sexta realización (figura 8), la tubería de gas está provista de una válvula 530 de cierre aguas arriba en relación con la válvula 512 de control. Se ha observado que una válvula de cierre está prevista preferiblemente también aguas arriba de la válvula 512 de control en las realizaciones descritas anteriormente.

5 El dispositivo 502 de acuerdo con la sexta realización comprende una segunda tubería 516 de medición que está conectada a la tubería 506 de gas en un punto aguas arriba de la válvula 512 de control. En la realización mostrada con la válvula 530 de cierre opcional, el extremo exterior d de la tubería 516 de medición está situado entre la válvula 512 de control y la válvula 530 de cierre. En la configuración de acuerdo con la figura 8, el flujo φ_3 depende, por lo tanto, de la diferencia de presión $P_{\text{suministro_gas}} - P_{\text{gas}}$. Φ_3 forma, de este modo, una medida de esta diferencia de presión. De la misma manera que se ha descrito anteriormente, la válvula 512 de control es controlada de modo que $\varphi_1 = \varphi_2$ y, por lo tanto, $P_{\text{aire}} = P_{\text{gas}}$.

El dispositivo 502 comprende en la realización mostrada una restricción 519 de flujo opcional en la tubería 504 de aire, aguas abajo de la primera tubería 514 de medición.

10 En los dispositivos 102, 202, 302, 402 y 502 también es posible aplicar el sensor 18', 1018 o 1018' de las figuras 3A, 3B o 3D en lugar del sensor 18, 118.

15 Con el propósito de medir el caudal másico de los diferentes flujos de gas, el sensor térmico de flujo másico de acuerdo con la invención comprende opcionalmente más de tres sensores de temperatura y/o más de un elemento calefactor. La figura 9A muestra un sensor 618 en el que se han previsto dos sensores 622, 624 de temperatura a cada lado del elemento calefactor 620, en donde los sensores 622, 624 de temperatura están dispuestos sustancialmente en una tubería con el elemento calefactor 620. Esto es similar a la realización de acuerdo con la figura 1B. Sin embargo, el sensor 618 comprende dos sensores 626a, 626b en lugar de un sensor 26. Estos sensores 626a, 626b de temperatura están dispuestos sustancialmente a la misma distancia del elemento calefactor 620. El caudal másico del flujo φ_1 se puede determinar ahora sobre la base de la temperatura medida por los sensores 622, 626a y 626b. Previendo dos sensores 626a, 626b de temperatura se aumenta la precisión de la determinación del caudal másico de los flujos φ_1 y φ_2 .

20 Sobre la base de una relación sustancialmente lineal, φ_1 es calculado, por ejemplo, como sigue: $\varphi_1 = V * (T_{622} - 0,5 * T_{626a} - 0,5 * T_{626b})$, en donde V es una constante. En resumen, el valor medio de los sensores 626a y 626b es utilizado como temperatura aguas arriba del elemento 620 y la temperatura del sensor 622 es utilizada como temperatura aguas abajo del elemento 620.

25 En otra realización (figura 9B), el sensor 718 comprende dos elementos calefactores 720a y 720b. Se han previsto dos sensores 722a, 722b de temperatura en un primer lado, mientras que también se han previsto dos sensores 724a, 724b de temperatura en un lado opuesto. Los sensores 722a, 722b, 724a, 724b están configurados para medir el caudal de un flujo de gas en una primera dirección. Previstos en otro lado de los elementos calefactores 720a, 720b hay tres sensores 726a, 726b, 726c de temperatura que están configurados para medir el caudal de un flujo de gas en una segunda dirección que se encuentra sustancialmente de forma perpendicular a la primera dirección.

30 Los elementos calefactores 720a, 720b son alimentados con una potencia constante, predeterminada, de modo que la producción de calor es constante. Los sensores 722a y 722b miden el calentamiento como resultado del flujo φ_1 . Los sensores 724a, 724b miden el calentamiento como resultado del flujo φ_2 . Los sensores 726a, 726b, 726c miden el enfriamiento como resultado del flujo φ_3 . Previendo siempre más de un sensor, se aumenta la precisión de la medición de temperatura. Por lo tanto, se aumenta la precisión del caudal másico determinado.

En otra realización (figura 9C) se ha previsto un sensor térmico 818 de flujo másico como un sensor de matriz de elementos calefactores H y sensores R de temperatura. En el ejemplo de la figura 9C, los componentes están dispuestos en una cuadrícula, en la que se colocan nueve sensores R alrededor cada elemento calefactor H.

40 Sin embargo, también es posible una disposición alternativa de sensores R y elementos calefactores H, como se ha ilustrado con el sensor térmico 918 de flujo másico en la figura 9D. En este ejemplo, los sensores R de temperatura y los elementos calefactores H están dispuestos en un patrón de tablero de ajedrez.

45 El sensor de matriz está incorporado, por ejemplo, como un sensor de película delgada. El sensor de matriz es producido, por ejemplo, aplicando una película delgada a un sustrato. El sustrato es, por ejemplo, de un material con baja conductividad térmica, por ejemplo, un material cerámico. Una estructura electrónica es entonces dispuesta sobre la película delgada, en donde se forman las resistencias de medición y las resistencias de calentamiento. Esto puede ser incorporado, por ejemplo, grabando la capa de película delgada, u otra tecnología conocida para la producción de chips.

50 El sensor de matriz de acuerdo con la invención se puede aplicar no solo en un dispositivo para mezclar gas y aire, sino que también se puede utilizar en otras aplicaciones. El sensor de matriz se puede aplicar, por ejemplo, con el fin de determinar el perfil de flujo en un conducto. El sensor de matriz se puede aplicar con el propósito de medir tanto el flujo de gas como el flujo de líquido.

La presente invención no se limita de ninguna manera a sus realizaciones preferidas descritas anteriormente. Los derechos buscados están definidos por las siguientes reivindicaciones, dentro del alcance de las cuales se pueden prever muchas modificaciones.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para mezclar un gas combustible y aire de combustión para suministrar a un quemador, que comprende:
- una tubería (4) de aire para el suministro de aire de combustión;
- 5 – una tubería (6) de gas para el suministro de un gas combustible que está provista de una válvula (12) de control;
- una primera tubería (14) de medición con un primer extremo exterior (a) que está conectado a la tubería (4) de aire y un segundo extremo exterior (b) que está conectado a la tubería (6) de gas;
- 10 – una segunda tubería (16) de medición con un primer extremo exterior (c) que está conectado a la primera tubería (14) de medición en un punto entre el primer extremo (a) y el segundo extremo (b) exteriores de la primera tubería (14) de medición, formando así una intersección de tres vías, y con un segundo extremo exterior (d) que está conectado a la tubería (6) de gas y/o a la tubería (4) de aire;
- un sensor térmico (18) de flujo másico, que comprende:
 - o un primer sensor (22) de temperatura dispuesto en la primera tubería (14) de medición y posicionado de tal manera que esté situado en un flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería (4) de aire durante la utilización; y
 - o un segundo sensor (24) de temperatura dispuesto en la primera tubería (14) de medición y posicionado de tal manera que esté situado en un flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería (6) de gas durante la utilización;
- 20 – un controlador conectado al sensor térmico (18) de flujo másico y a la válvula (12) de control y configurado para controlar la válvula (12) de control sobre la base de una diferencia, medida por el sensor térmico (18) de flujo másico, entre el caudal másico del flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería (4) de aire y el caudal másico del flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería (6) de gas.
- 25 2. Dispositivo según la reivindicación 1, en donde el primer sensor (22) de temperatura y el segundo sensor (24) de temperatura están previstos cada uno en un circuito para anemometría de temperatura constante, y son incorporados preferiblemente como un termistor, un sensor de hilo caliente o un sensor de película caliente.
- 30 3. Dispositivo según la reivindicación 1, en donde el primer sensor térmico (18) de flujo másico comprende además un elemento calefactor (20) dispuesto en la primera tubería (14) de medición y situado en o cerca de la intersección de tres vías, en donde el primer sensor (22) de temperatura está situado aguas arriba del elemento calefactor (20) y el segundo sensor (24) de temperatura está situado aguas abajo del elemento calefactor (20), como se ve en una dirección desde la tubería (4) de aire a la tubería (6) de gas, en donde el controlador está configurado para controlar la válvula (12) de control sobre la base de una diferencia entre la temperatura medida por el primer sensor de temperatura y la temperatura medida por el segundo sensor de temperatura.
- 35 4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una unidad de procesamiento que está conectada operativamente al sensor térmico (18) de flujo másico y está configurada para determinar un caudal másico a través de la segunda tubería (16) de medición sobre la base de los valores emitidos por el primer sensor (22) de temperatura y el segundo sensor (24) de temperatura.
- 40 5. Dispositivo según las reivindicaciones 3 y 4, en donde el sensor térmico (18) de flujo másico comprende un tercer sensor (26) de temperatura situado en un lado del elemento calefactor (20) que mira hacia la segunda tubería (16) de medición, y en donde la unidad de procesamiento está configurada para determinar el caudal másico a través de la segunda tubería (16) de medición sobre la base de los valores emitidos por el primer (22), segundo (24) y tercer (26) sensores de temperatura.
- 45 6. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones 1-5, en donde el segundo extremo exterior de la segunda tubería (16) de medición está conectado a la tubería (6) de gas en un punto situado:
 - aguas arriba o aguas abajo en relación con el punto en el que la primera tubería (14) de medición está conectada a la tubería (6) de gas, como se ve en la dirección del flujo del gas combustible a través de la tubería (6) de gas; y
 - en donde la tubería (6) de gas comprende preferiblemente una restricción de flujo entre el punto en el que la primera tubería (14) de medición está conectada a la tubería (6) de gas y el punto en el que la segunda tubería (16) de medición está conectada a la tubería (6) de gas.
- 50 7. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones 1-5, en donde el segundo extremo exterior de la segunda tubería (16) de medición está conectado a la tubería (4) de aire en un punto situado:
 - aguas arriba o aguas abajo en relación con el punto en el que la primera tubería (14) de medición está conectada a la

tubería (4) de gas, como se ve en la dirección del flujo de aire de combustión a través de la tubería (4) de aire.

– en donde la tubería (4) de aire comprende preferiblemente una restricción de flujo entre el punto en el que la primera tubería (14) de medición está conectada a la tubería (4) de aire y el punto en el que la segunda tubería (16) de medición está conectada a la tubería (4) de aire.

5 8. Dispositivo según la reivindicación 1-5, en donde el segundo extremo exterior de la segunda tubería (16) de medición está conectado tanto a la tubería (6, 106) de gas como a la tubería (4) de aire, aguas abajo del punto en el que la primera tubería (14) de medición está conectada a la tubería (4) de aire y aguas abajo del punto en el que la primera tubería (14) de medición está conectada a la tubería (6) de gas;

10 – en donde la tubería (4) de aire comprende preferiblemente una primera restricción de flujo situada aguas abajo del punto en el que la tubería (4) de aire está conectada a la primera tubería (14) de medición, como se ve en la dirección del flujo de aire de combustión a través de la tubería (4) de aire, y en donde la tubería (6) de gas comprende una segunda restricción de flujo situada aguas abajo del punto en el que la tubería (6) de gas está conectada a la primera tubería (14) de medición, como se ve en la dirección del flujo de gas combustible a través de la tubería (6) de gas.

15 9. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones 1-5, en donde la tubería (6) de gas comprende una válvula de cierre aguas abajo de la válvula (12) de control, y el segundo extremo exterior de la segunda tubería (16) de medición está conectado a la tubería (6) de gas en un punto situado entre la válvula (12) de control y la válvula de cierre.

10. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos otro sensor de temperatura y/o elemento calefactor.

20 11. Instalación de agua caliente que comprende un dispositivo según se ha reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

12. Sensor térmico (18, 1018) de flujo másico, que comprende:

– un elemento calefactor (20); y

– un primer (22), un segundo (24) y un tercer (26) sensores de temperatura,

25 en donde el primer y segundo sensores de temperatura están dispuestos a cada lado del elemento calefactor (20) y están dispuestos en una tubería con el elemento calefactor (20) en una primera dirección, y en donde el tercer sensor (26) de temperatura está dispuesto en una tubería con el elemento calefactor (20) en una segunda dirección, que difiere de la primera dirección y preferiblemente se encuentra sustancialmente de forma transversal a la segunda dirección.

30 13. Sensor térmico (18) de flujo másico según la reivindicación 12, que comprende uno o más de uno de:

– al menos otro sensor de temperatura y/o elemento calefactor;

– al menos dos sensores de temperatura dispuestos de manera adyacente entre sí en el mismo lado del elemento calefactor y sustancialmente a la misma distancia del elemento calefactor;

– en donde el elemento calefactor y los sensores de temperatura están dispuestos en una rejilla; y

35 – en donde el sensor térmico (18) de flujo másico es un sensor de película delgada.

14. Método para controlar un dispositivo para mezclar un gas combustible y aire de combustión para suministrar a un quemador, comprendiendo el dispositivo:

– una tubería (4) de aire para el suministro de aire de combustión;

– una tubería (6) de gas para el suministro de un gas combustible provisto de una válvula (12) de control;

40 – una primera tubería (14) de medición con un primer extremo exterior que está conectado a la tubería (4) de aire y un segundo extremo exterior que está conectado a la tubería (6) de gas; y

– una segunda tubería (16) de medición con un primer extremo exterior que está conectado a la primera tubería (14) de medición en un punto entre el primer y segundo extremos exteriores de la primera tubería (14) de medición, formando así una intersección de tres vías, y con un segundo extremo exterior que está conectado a la tubería (6) de gas y/o a la tubería (4) de aire,

45 consistiendo el método en:

– medir un caudal másico de un flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería (4) de aire;

- medir un caudal másico de un flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería (6) de gas;
 - abrir la válvula (12) de control si el caudal másico del flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería (6) de gas es un primer valor umbral predeterminado menor que el flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería (4) de aire; y
- 5
- cerrar la válvula (12) de control si el caudal másico del flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería (6) de gas es un segundo valor umbral predeterminado mayor que el flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería (4) de aire.
15. Método para medir el caudal másico de un flujo de gas en un dispositivo para mezclar gas combustible y aire de combustión para suministrar a un quemador, comprendiendo el dispositivo:
- 10
- una tubería (4) de aire para el suministro de aire de combustión;
 - una tubería (6) de gas para el suministro de gas combustible provista de una válvula (12) de control;
 - una primera tubería (14) de medición con un primer extremo exterior que está conectado a la tubería (4) de aire y un segundo extremo exterior que está conectado a la tubería (6) de gas;
- 15
- una segunda tubería (16) de medición con un primer extremo externo que está conectado a la primera tubería (14) de medición en un punto entre el primer y segundo extremos exteriores de la primera tubería (14) de medición, formando así una intersección de tres vías, y con un segundo extremo exterior que está conectado a la tubería (6) de gas y/o a la tubería (4) de aire;
- un sensor térmico (18) de flujo másico, que comprende:
- 20
- un primer sensor (1022) de temperatura dispuesto en la primera tubería (14) de medición y posicionado de tal manera que esté situado en un flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería (4) de aire durante el uso; y
 - un segundo sensor (1024) de temperatura dispuesto en la primera tubería (14) de medición y posicionado de tal manera que esté situado en un flujo de gas entre la intersección de tres vías y la tubería (6) de gas durante la utilización
- 25
- consistiendo el método en:
- determinar el caudal másico a través de la segunda tubería (16) de medición sobre la base del valor emitido por el primer sensor (22) de temperatura y el valor emitido por el segundo sensor (24) de temperatura.

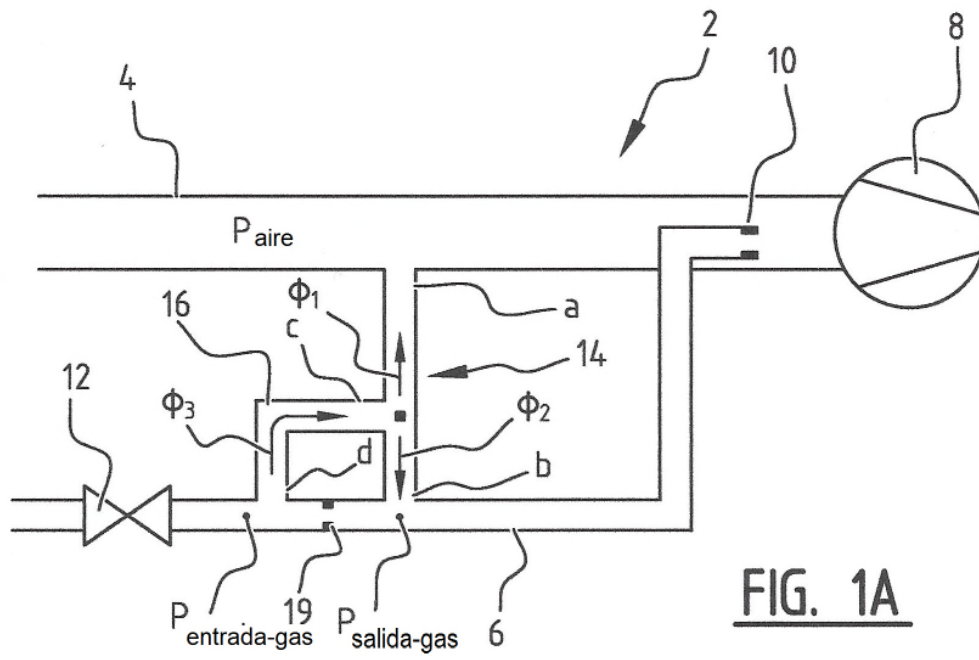


FIG. 1A

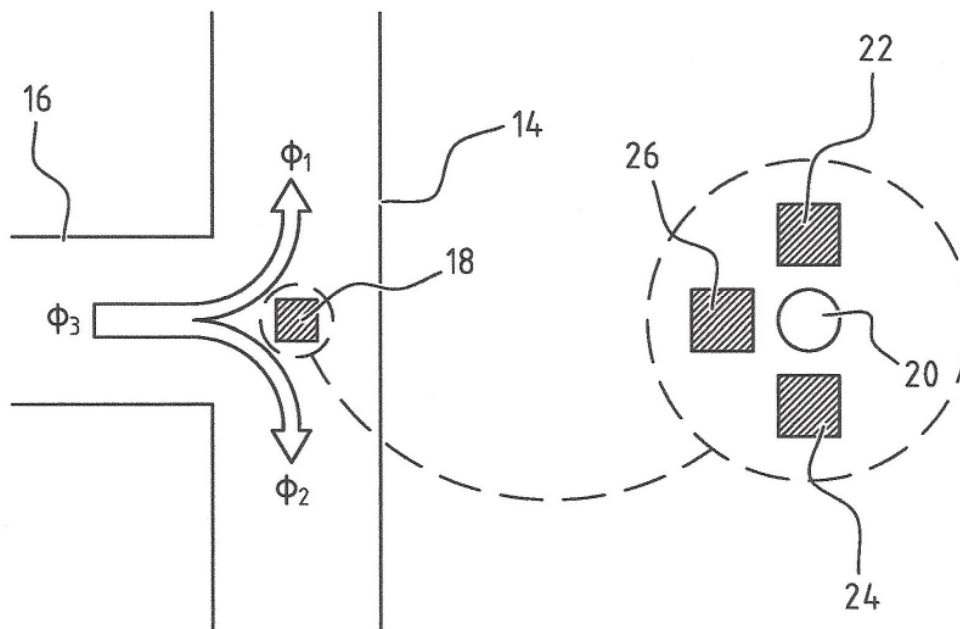


FIG. 1B

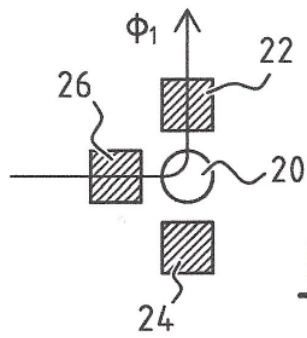


FIG. 2A

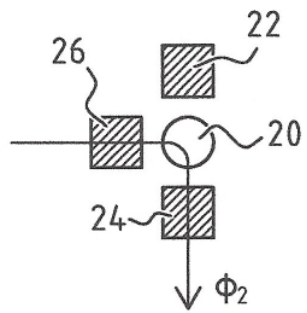


FIG. 2B

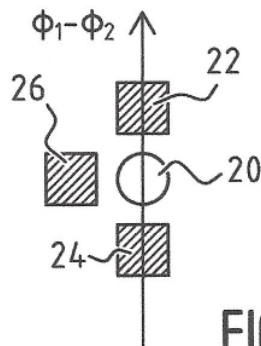


FIG. 2C

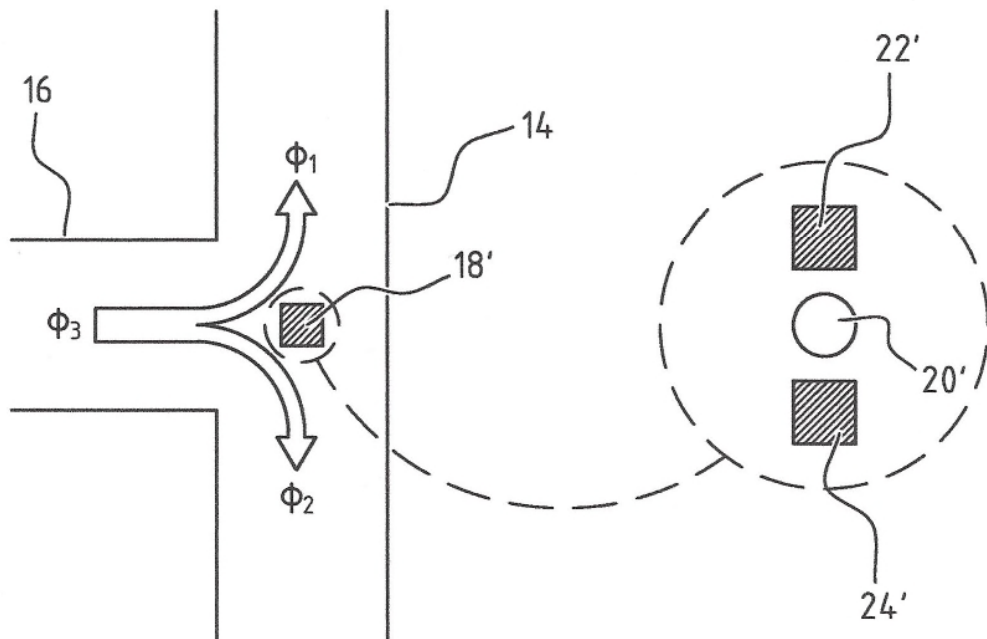


FIG. 3A

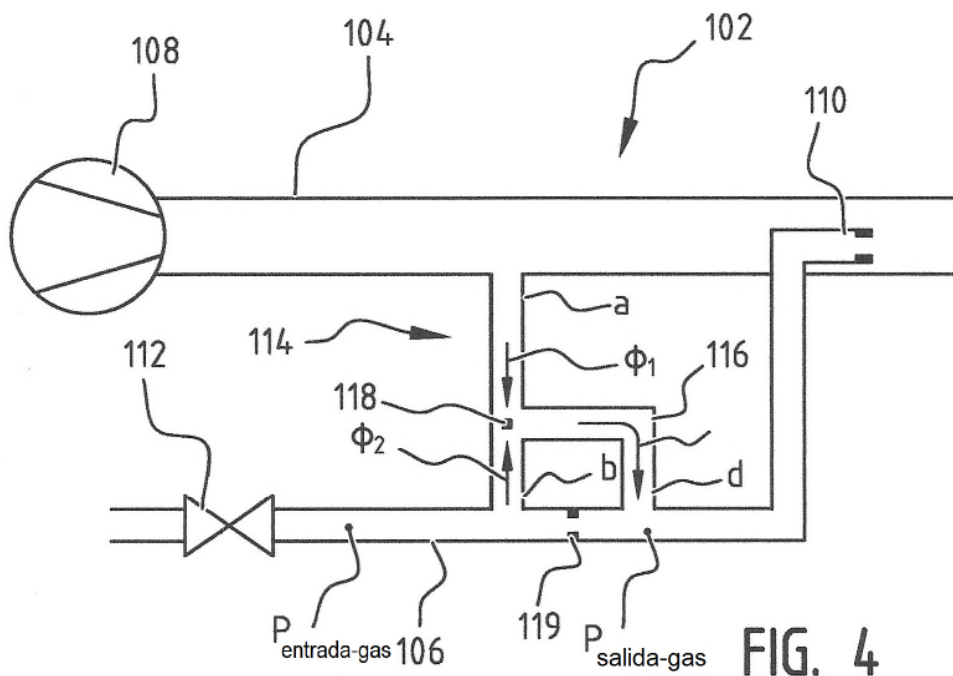


FIG. 4

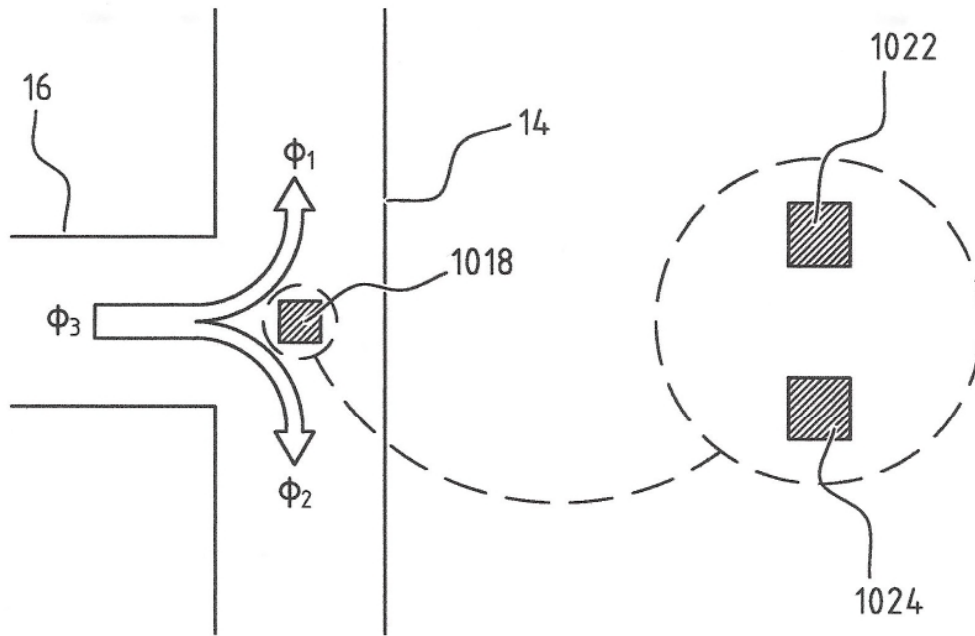


FIG. 3B

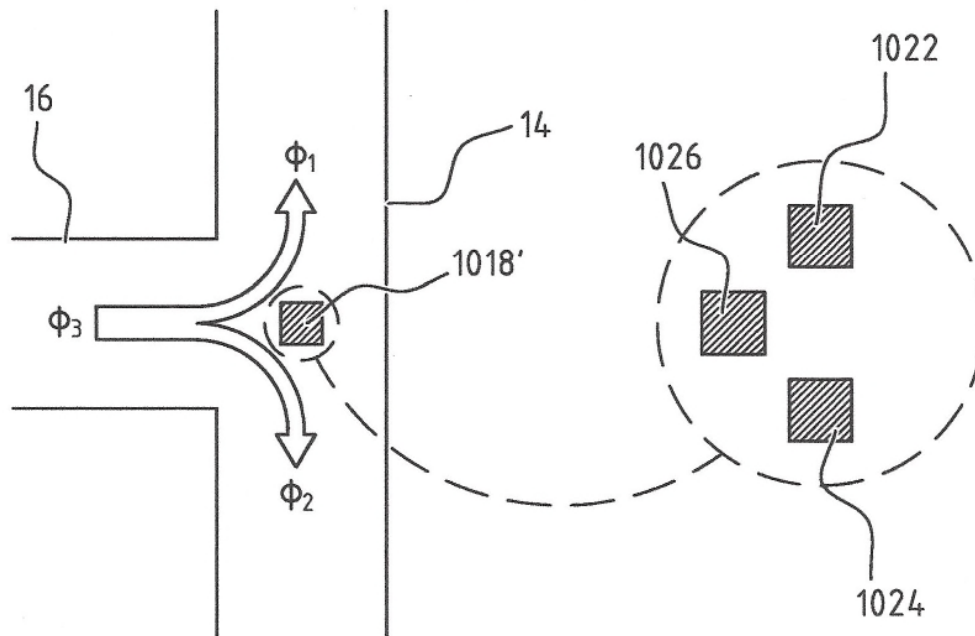


FIG. 3D

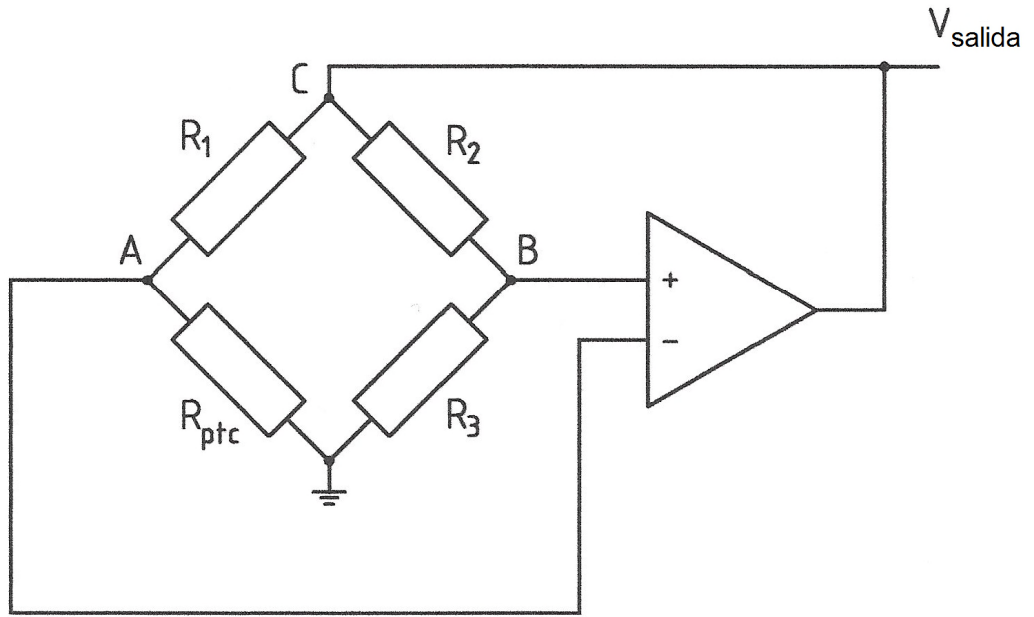


FIG. 3C

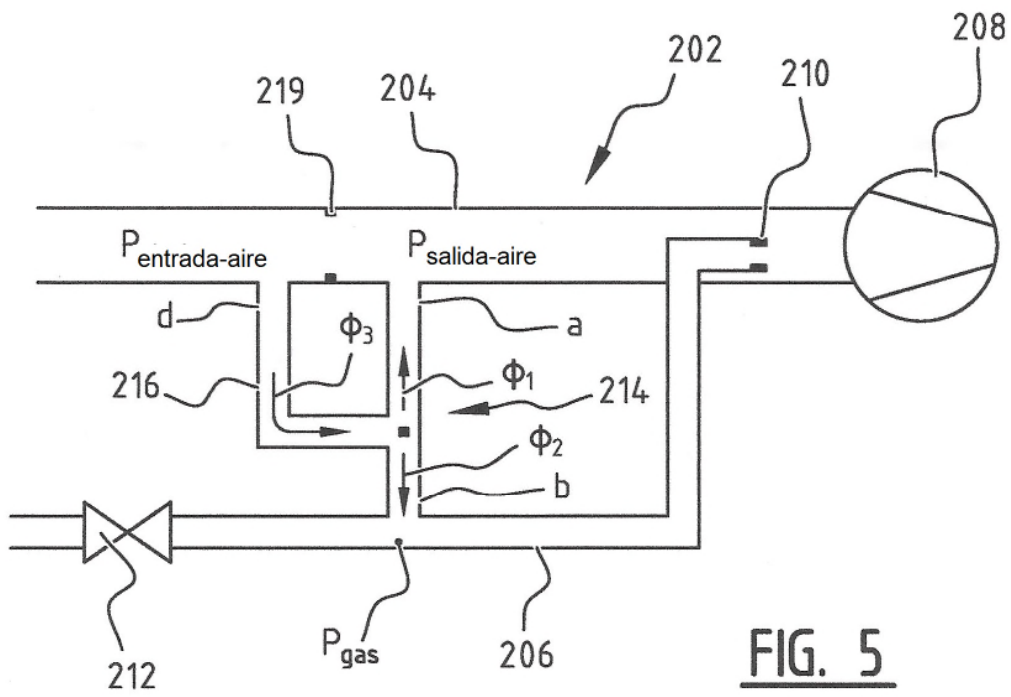


FIG. 5

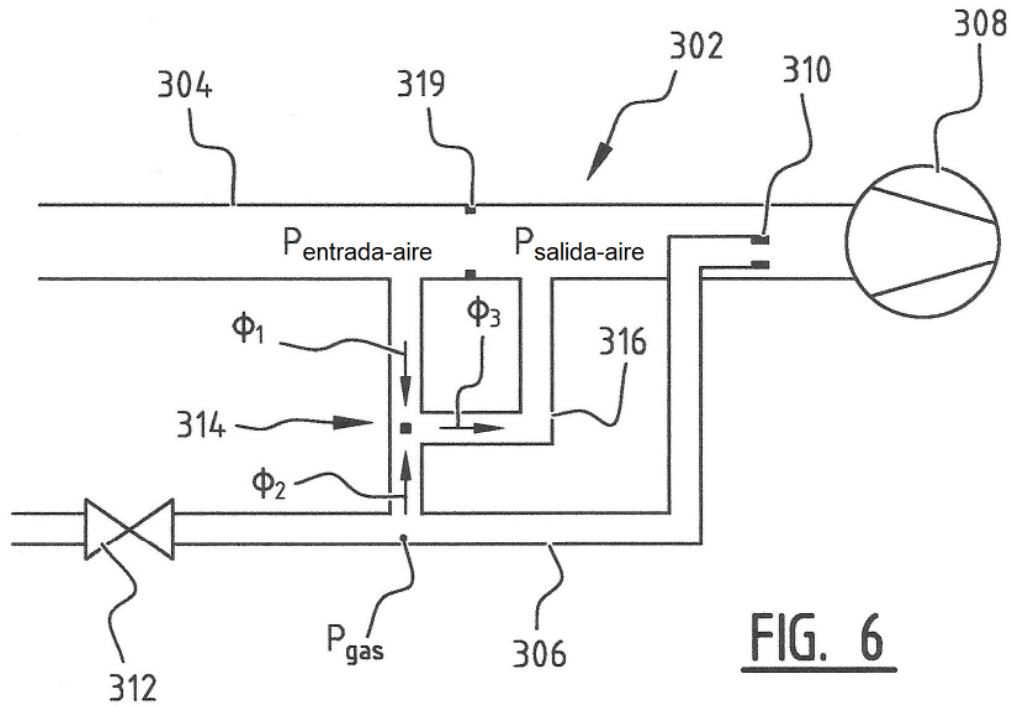


FIG. 6

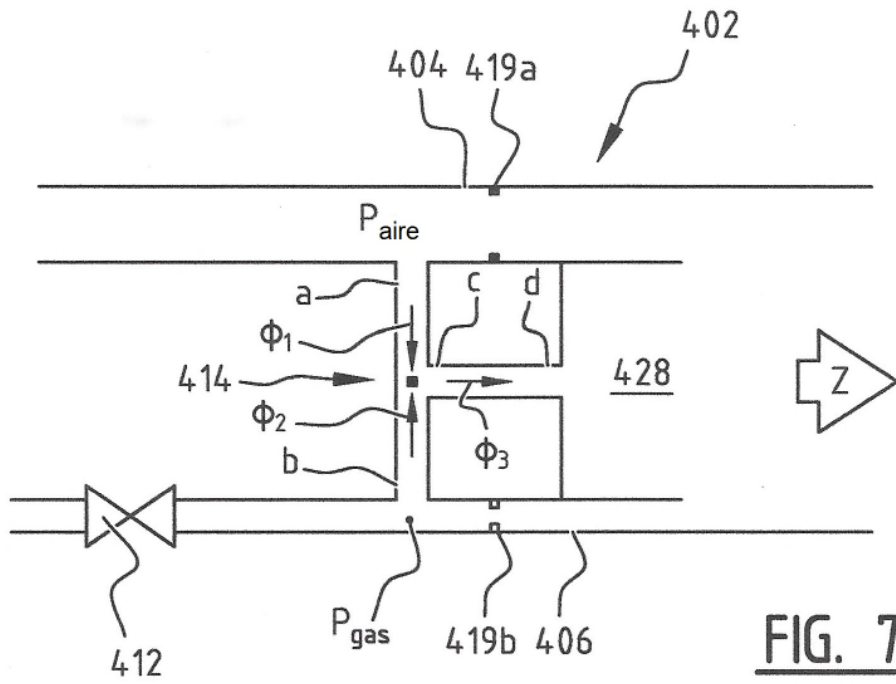


FIG. 7

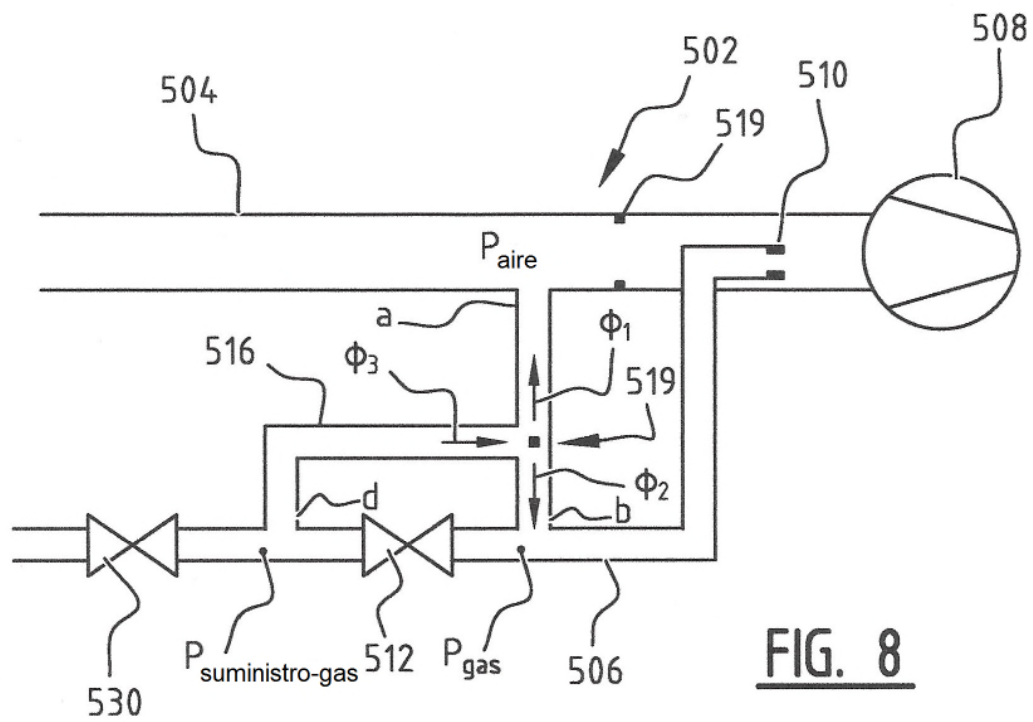


FIG. 8

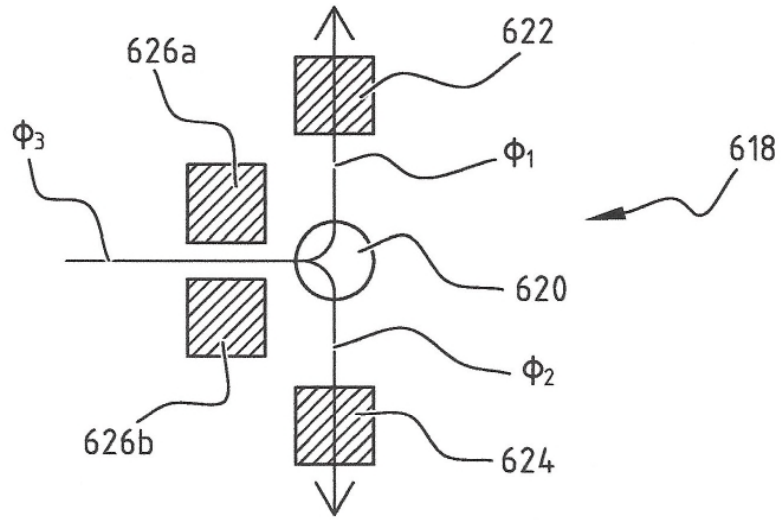


FIG. 9A

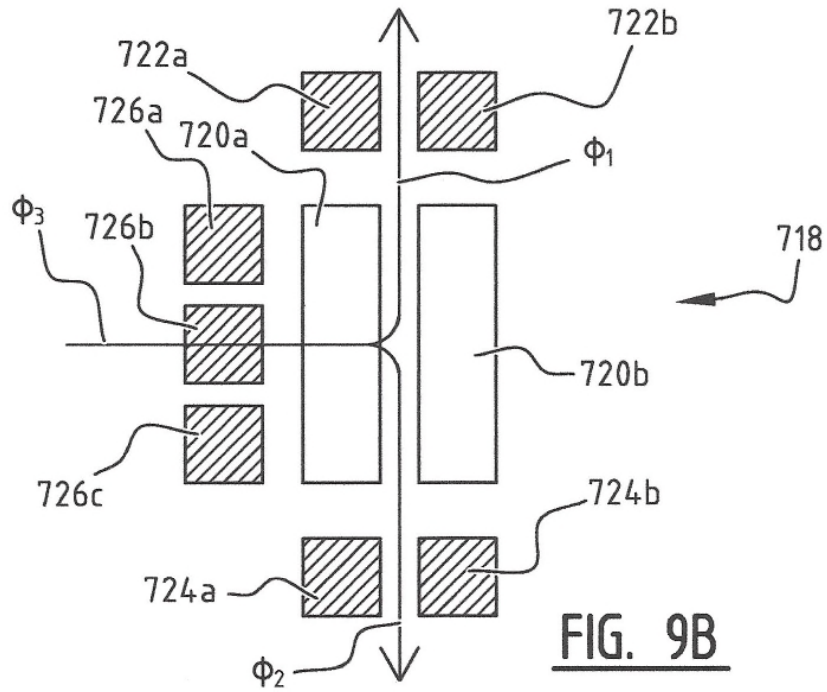
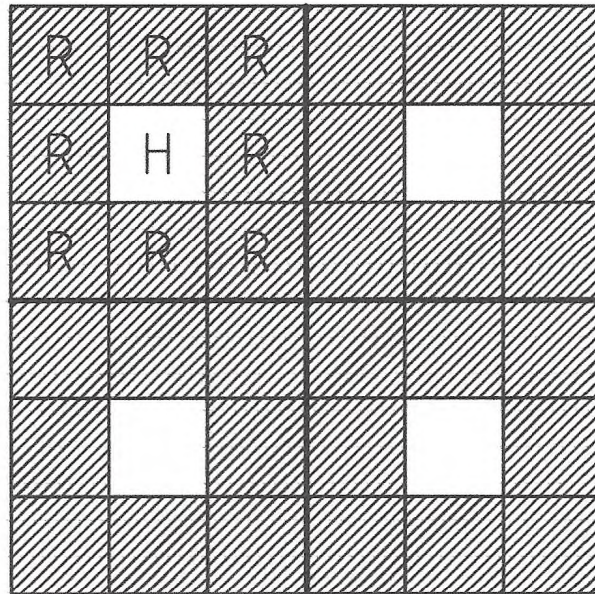
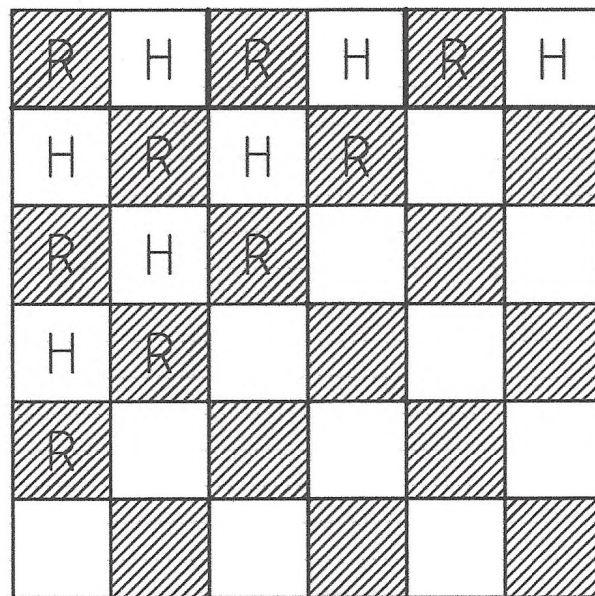


FIG. 9B



818

FIG. 9C



918

FIG. 9D