



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 322 488**

51 Int. Cl.:

**H01M 8/06** (2006.01)

**H01M 8/04** (2006.01)

**F23N 5/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05850243 .6**

96 Fecha de presentación : **08.12.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1817814**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.08.2007**

54

Título: **Procedimiento para determinar una relación de aire en un quemador para un aparato de calefacción por pila de combustible, así como aparato de calefacción por pila de combustible.**

30

Prioridad: **10.12.2004 DE 10 2004 059 494**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.06.2009**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.06.2009**

73

Titular/es: **BAXI INNOTECH GmbH**  
**Ausschlager Elbdeich 127**  
**20539 Hamburg, DE**

72

Inventor/es: **Schilling, Lutz;**  
**Klose, Philipp y**  
**Hoffmann, Christian**

74

Agente: **Roeb Díaz-Álvarez, María**

ES 2 322 488 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

# ES 2 322 488 T3

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para determinar una relación de aire en un quemador para un aparato de calefacción por pila de combustible, así como aparato de calefacción por pila de combustible.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para determinar una relación de aire en un quemador para un aparato de calefacción por pila de combustible, así como a un aparato de calefacción por pila de combustible.

10 Las pilas de combustible como, por ejemplo, las pilas de combustible de membrana de polímero son suficientemente conocidas. Los aparatos de calefacción por pilas de combustible para el abastecimiento energético descentralizado se alimentan con gas natural a través de una toma de gas, en lo que se reforma el hidrógeno de los compuestos hidroge-

15 nados del gas natural. Los hidrocarburos ( $C_nH_m$ ) del gas natural se reforman de manera endotérmica en un reformador con la adición de vapor de agua y en presencia de un catalizador, en lo que se produce dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e hidrógeno ( $H_2$ ).

20 El producto reformado contiene también restos de monóxido de carbono (CO) que se oxidan selectivamente de manera exotérmica con la adición de oxígeno ( $O_2$ ) en una etapa posterior de purificación fina de gas. En ello se producen dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y agua ( $H_2O$ ). Para la reformación endotérmica por vapor se emplea un quemador de gas.

Este tipo de reformadores se describen, por ejemplo, en los documentos EP 0922666 B1, DE 10213326 A1 y EP 1094031.

25 Se conoce del documento DE 19618573 C1 un procedimiento y un dispositivo para el funcionamiento de un quemador de aire soplado para gas, en el que la relación de gas-aire, denominada lambda, se mantiene dentro de un intervalo prefijado. Para regular la relación de aire, hay un electrodo de ionización colocado en la zona de la llama del quemador que se halla conectado a un circuito de evaluación para una corriente que fluye entre el quemador y electrodo de ionización. A partir de una corriente de ionización dependiente de la combustión, el circuito de evaluación crea una tensión de ionización que se aplica a un circuito de regulación. La tensión de ionización se usa

30 entonces, dependiendo de que se queme un gas de alto poder calorífico o un gas de bajo poder calorífico, para la regulación del flujo del volumen de gas y/o de aire en el quemador.

35 Se conoce del documento EP 1186831 B1 un regulador de la relación de aire para un quemador, en el que la calidad de la combustión se registra con un sensor. Un evaluador del sensor genera una señal sensora que se aplica a una unidad de control. En la unidad de control se hallan almacenados los datos característicos relativos al comportamiento de los elementos de ajuste. Si, durante el proceso de arranque del quemador o por otras razones, la señal de ionización no es representativa de la combustión, la relación de aire y gas no se controla en lazo cerrado, sino en lazo abierto. Después de un tiempo de prelavado se preestablece una señal de ajuste ficticia para aproximarse lo más rápidamente posible al valor regulado óptimo.

40 La invención se basa en el objetivo de hacer disponible un procedimiento para determinar una relación de aire en un quemador para un aparato de calefacción por pila de combustible que, durante la fase de arranque del sistema y en caso de variaciones de la composición del gas, permita también un control fiable de dicho quemador en un aparato de calefacción por pila de combustible.

45 Según la invención, el objetivo se consigue mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1, así como mediante un aparato de calefacción por pila de combustible con las características de la reivindicación 9.

50 El procedimiento según la invención se refiere a determinar una relación de aire en un quemador para un aparato de calefacción por pila de combustible. El quemador está provisto de un sensor de ionización en la zona de la llama y se alimenta al menos con dos gases diferentes. Uno de estos gases se suministra al quemador procedente de un procesamiento de gas y tiene una composición variable según el momento, por ejemplo, durante el proceso de arranque del aparato. Una señal de medida del sensor de ionización se convierte en un valor real para la relación de aire, dependiendo de una o varias magnitudes de estado del procesamiento de gas. El gas variable procede fundamentalmente del procesamiento de gas. La invención se basa en el conocimiento de que, si se tiene en cuenta adecuadamente al menos otra magnitud de estado del procesamiento de gas, las señales registradas por un electrodo de ionización representan señales fiables y reproducibles para el valor real de la relación de aire, incluso cuando se trabaja con una mezcla de gas variable. Al contrario de los quemadores con sensor de ionización conocidos, en el procedimiento según la invención se efectúa una evaluación de la señal de medida para obtener un valor real para la relación de aire actual en una

60 mezcla de gas variable. Preferentemente, el valor real de la relación de aire así determinado se transmite a un sistema de regulación de la mezcla de aire y gas en el quemador.

65 Como magnitud de estado para determinar el valor real de la relación de aire se considera la composición del gas variable procedente del procesamiento de gas, en particular el contenido de metano del gas. En una configuración preferida, en el procedimiento según la invención se determina el contenido de metano dependiendo de la temperatura de un reformador. Por lo tanto, como resultado, el procedimiento según la invención conduce a que a partir de la señal de medida del sensor de ionización y de un valor de la temperatura del reformador pueda determinarse con fiabilidad

## ES 2 322 488 T3

un valor real de  $\lambda$ . Como otras magnitudes de estado del procesamiento de gas que pueden considerarse para determinar el valor real de la relación de aire son adecuadas la proporción de  $N_2$  después de una purificación fina del gas, así como la cantidad de gas de combustión que puede esperarse, así como la conversión de hidrógeno en la pila o pilas de combustible.

5 El presente objetivo se consigue asimismo mediante un aparato de calefacción por pila de combustible con un quemador que presenta un sensor de ionización en la zona de la llama. El quemador se alimenta con dos gases diferentes, en lo que uno de estos gases procede del procesamiento de gas y su composición es variable. Una unidad de evaluación de señales evalúa la señal de medida del sensor de ionización y determina un valor real para la relación de aire, en lo que a la unidad de evaluación de señales se aplican señales correspondientes a la magnitud de una o varias magnitudes de estado del procesamiento de gas. El aparato de calefacción por pila de combustible según la invención permite usar el sensor de ionización en el quemador, que también puede emplearse, por ejemplo, para el control de la llama, como sensor para determinar el valor real de la relación de aire. De este modo, pueden evitarse, por ejemplo, sensores de oxígeno en el canal de gas de escape, sensores de temperatura en la superficie del quemador o costosos sensores de UV en la cámara de combustión para una determinación fiable del valor real de la relación de aire.

15 En una variante preferida, el aparato de calefacción por pila de combustible posee una unidad de regulación que ajusta la cantidad de aire suministrada para la combustión y/o la cantidad de gas suministrada, dependiendo del valor real determinado para la relación de aire.

20 En un desarrollo preferido, el aparato de calefacción por pila de combustible posee al menos un sensor de temperatura en un reformador, para determinar el contenido de metano en el gas variable. La magnitud del valor de la temperatura se aplica como señal de entrada a la unidad de evaluación de señales, de modo que el valor de la temperatura y del contenido de metano en el gas que se deriva de dicho valor puedan tenerse en cuenta en la evaluación de las señales de medida del sensor de ionización.

30 Recomendablemente, en la unidad de evaluación de señales hay campos característicos almacenados para la relación de aire dependiendo de la señal de medida del sensor de ionización para un funcionamiento del quemador a cargas diferentes. Asimismo, de manera alternativa o adicional pueden preverse campos característicos para distintas conversiones de hidrógeno en la pila o las pilas de combustible. También es recomendable prever en la unidad de evaluación de señales campos característicos para la relación de aire dependiendo de la señal de medida del sensor de ionización para los distintos tipos de gas de combustión usado. Recomendablemente se usa gas natural como gas de combustión.

35 Preferentemente, el quemador está previsto como un quemador de superficie, en el que la llama sale a través de una tela o a través de una tela o velo metálicos. Estos quemadores poseen un gran intervalo de valores admitidos para  $\lambda$  sin que se presente una inestabilidad de la llama.

40 Una forma de realización preferida del aparato de calefacción por pila de combustible se representa a continuación en un diagrama funcional simplificado.

Las figuras muestran:

45 la fig. 1 una vista funcional esquemática del aparato de calefacción por pila de combustible,

la fig. 2 la señal de ionización en función de la relación de aire  $\lambda$ ,

la fig. 3 la señal de ionización en función del contenido de metano y

50 la fig. 4 la corriente de ionización en función de la cantidad de gas de combustión.

La fig. 1 muestra un diagrama funcional esquemático de un aparato de calefacción por pila de combustible 10 que genera corriente eléctrica mediante la conversión de  $H_2$  en una pila de combustible 12. En la conversión se produce adicionalmente calor, que queda disponible para su uso posterior. El hidrógeno necesario para la pila de combustible 12 se obtiene a partir de gas natural. El gas natural se transforma en un producto reformado con un alto contenido de hidrógeno a temperaturas de  $500^\circ C$  a  $800^\circ C$  en un reformador por vapor con la adición de agua líquida 14. Normalmente, el producto reformado con alto contenido de hidrógeno se denomina gas 2 y, por ejemplo, posee la composición siguiente:

60

65

## ES 2 322 488 T3

Componentes del gas	(%)
H <sub>2</sub>	74,81
CH <sub>4</sub>	0,56
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,00
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,00
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,00
CO	0,00
CO <sub>2</sub>	19,72
N <sub>2</sub> -prox	4,91
N <sub>2</sub> -ánodo	0,00

Para hacer disponible el calor del proceso en el reformador se usa un quemador 16. Este quemador puede ser un componente integral del reformador 18 o un componente independiente. La fig. 1 muestra la cantidad de calor transferida por el quemador 16 al reformador.

Durante la reformación no se efectúa una conversión total del gas natural a H<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, sino que más bien se produce también monóxido de carbono como producto intermedio. Dado que el monóxido de carbono conduce al envenenamiento del catalizador de la pila de combustible 12, el contenido de dicho monóxido de carbono se reduce paso a paso en varias etapas de proceso posteriores, en las que tiene lugar su conversión a dióxido de carbono. Estas etapas de proceso se denominan también etapas de desplazamiento, en las que el contenido de CO puede reducirse por debajo del 1% con la formación adicional de H<sub>2</sub>. En una purificación fina de gas 22, que también se denomina oxidación selectiva (selox) u oxidación preferencial (prox), el contenido de CO residual se reduce a una concentración inofensiva para el catalizador, que se halla el intervalo de pocas ppm, con la adición de oxígeno del aire 24. En la oxidación selectiva, que tiene lugar a aproximadamente 100°C se produce agua como producto y se desvía a 26. La calidad de gas así obtenida puede suministrarse a la pila de combustible 12 sin que exista el peligro de una degeneración del catalizador.

En las pilas de combustible se transforma hidrógeno en energía eléctrica (no se representa) con la liberación de calor. Esta conversión se denomina también conversión de hidrógeno y depende de la configuración constructiva de la pila de combustible. El producto reformado que no se convierte en la pila de combustible sale de dicha pila de combustible 12 por la parte del ánodo a través de la conducción 28. El producto reformado sin convertir se denomina gas 3 y posee fundamentalmente la composición que se indica a continuación.

Componentes del gas	(%)
H <sub>2</sub>	52,73
CH <sub>4</sub>	0,99
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,00
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,00
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,00
CO	0,00
CO <sub>2</sub>	34,76
N <sub>2</sub> -prox	8,64
N <sub>2</sub> -ánodo	2,88

El gas 3 vuelve a suministrarse al quemador del reformador para su aprovechamiento térmico. La ruta del gas desde una toma de gas a través del reformador, la etapa prox y eventualmente a través de la pila de combustible se denomina procesamiento del gas.

## ES 2 322 488 T3

En el quemador del reformador 16 está previsto un sensor de ionización 30 que posee un electrodo de ionización en la zona de la llama. La corriente de ionización que fluye a través del electrodo 30 se aplica a una unidad de evaluación de señales 32. A la unidad de evaluación de señales se aplica igualmente un valor de la temperatura 34 medida en el reformador 18. A partir de las magnitudes de entrada, de las que en la fig. 1 solamente se representan a modo de ejemplo la corriente de ionización y la temperatura del reformador 34, la unidad de evaluación de señales 32 determina un valor real de  $\lambda$  para la mezcla de aire y gas en el quemador 16.

A partir del valor real de entrada 36 y de un valor teórico 38 prefijado por una unidad de control (no representada), una unidad de regulación 38 determina las magnitudes de ajuste para el suministro de aire y gas. El suministro de aire se efectúa a través del canal de aire 42, en lo que la señal de ajuste 46 controla un soplador 44 en el canal de aire 42. La señal de ajuste 48 controla una válvula 50 en el suministro de gas 52 para el quemador 16.

El sistema de procesamiento de gas pasa por distintos estados de funcionamiento. En la fase de arranque del sistema, en la que tiene lugar un precalentamiento del reformador y de las etapas de desplazamiento, el quemador 16 se alimenta con gas natural puro para precalentar el sistema. La fase de precalentamiento se mantiene hasta que el reformador 18 ha alcanzado una temperatura a partir de la cual es posible añadir el agua 14 al reformador 18 sin peligro de que se produzca una condensación.

Después de haberse completado la fase de arranque del sistema y el precalentamiento del reformador se añaden a dicho reformador 18 el agua 14 y el gas de proceso a través de la conducción de gas 54. La válvula 56 se controla de la manera correspondiente. El producto reformado que se produce en el reformador desplaza el gas inerte que hasta el momento se hallaba dentro de dicho reformador y este gas inerte se suministra al quemador 16 a través de la etapa prox 22 y de la válvula de tres vías 58. En ello, la válvula de tres vías 58 se ajusta de tal manera que no entra nada de gas en la pila de combustible 12, sino que el gas desplazado del reformador 18 se suministra al quemador 16. Como consecuencia, en el quemador tiene lugar una dilución por el suministro de gas inerte, que se percibe como una variación de la relación de aire.

La alimentación del quemador con el gas 1 a través de la conducción 52, la válvula 50 y la conducción 60 se mantiene durante el proceso de desplazamiento hasta que se ha desplazado el gas inerte y solamente se suministra producto reformado al quemador.

En caso de un desplazamiento total del gas inerte, se pone producto reformado a disposición del quemador. En ello, la composición del gas depende de la temperatura del reformador. El quemador se alimenta con el gas 2 hasta que la calidad del gas se encuentra a un nivel suficiente para suministrarlo a la pila de combustible. Este período puede extenderse desde pocos segundos hasta varios minutos, pero también es posible suministrar inmediatamente el producto reformado a la pila de combustible.

Una vez que el gas 2 ha alcanzado la calidad necesaria, se ajusta la válvula de tres vías 58 para su suministro a la pila de combustible 12. Por razones de seguridad, al principio también hay gas inerte en la pila de combustible, como en el reformador 18. Este gas inerte debe ser igualmente desplazado por el producto reformado y se suministra al quemador 16 a través de la conducción 28. Durante este desplazamiento, el quemador se sigue alimentando con el gas 1 a través de la conducción 52, la válvula 50 y la conducción 60, para evitar un desprendimiento de la llama.

Después del desplazamiento del gas inerte de la pila de combustible 12, es posible generar electricidad por medio de ésta a través de la conversión de  $H_2$ . Dado que la pila de combustible solamente convierte una parte del  $H_2$  en electricidad, en el ánodo queda disponible el gas 3. En el estado de funcionamiento normal, las necesidades de calor del reformador 18 se cubren con el gas 3 que se suministra al quemador 16 a través de la conducción 28. En este caso el suministro de gas 50 está cerrado. El grado de conversión del  $H_2$  en la pila de combustible se denomina también utilización de combustible (Fuel Utilisation, FU) y normalmente puede hallarse en el intervalo entre el 60% y el 100%. Para un grado de conversión determinado todavía hay suficiente gas 3 a disposición del quemador 16 para cubrir las necesidades de calor del reformador 18. Por el contrario, para una alta conversión de hidrógeno, el contenido energético del gas 3 es demasiado bajo para suministrar suficiente calor al proceso de reformación. En este caso se suministra adicionalmente gas 1 al quemador. En ello, la temperatura del reformador puede usarse como magnitud reguladora para la cantidad adicional de gas 1.

Para el funcionamiento correcto de la pila de combustible debe garantizarse una calidad mínima del gas. Si se sobrepasa este valor, el flujo de producto reformado debe dejar de suministrarse a la pila. Este cambio al sobrepasarse un valor de CO se efectúa dentro del tiempo de respuesta de la válvula correspondiente, por ejemplo 58, es decir, tiene lugar sin transición. En caso de cualquier otro fallo momentáneo, como puede presentarse, por ejemplo, por un deslastre de carga o similar, se desvía de manera análoga todo el producto reformado al quemador sin pasar por la pila de combustible.

Durante las diferentes fases de funcionamiento, el quemador del reformador se alimenta con distintos gases de combustión, los cuales pueden cambiar repentinamente o transformarse uno en otro de manera continuada. Asimismo, puede suministrarse al quemador tanto un gas natural puro de calidad diferente, como un producto reformado con alto contenido en hidrógeno y distintas proporciones de  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO_2$  y  $N_2$ .

## ES 2 322 488 T3

Para cada gas de combustión o composición de gas que se suministra al quemador ha de ajustarse una relación de aire que asegure un combustión total y limpia. Para controlar la relación de aire se emplea el sensor de ionización 30. Su señal de salida muestra una variación característica en la relación de aire. Para el funcionamiento con gas natural puro resulta una relación sencilla entre la magnitud de la señal y la relación de aire, que se representa en la fig. 2 a modo de ejemplo. Al usar gas de combustión de composiciones diferentes, la señal de ionización varía adicionalmente en relación con el contenido de metano. Este desarrollo impide una asignación inequívoca de un determinado valor de lambda (véase la fig. 3). De este modo, la señal puede presentar valores absolutamente idénticos para distintas etapas de carga y distintos contenidos de metano. Para poder efectuar una asignación inequívoca de la señal, según la invención se consideran otras condiciones secundarias adicionales.

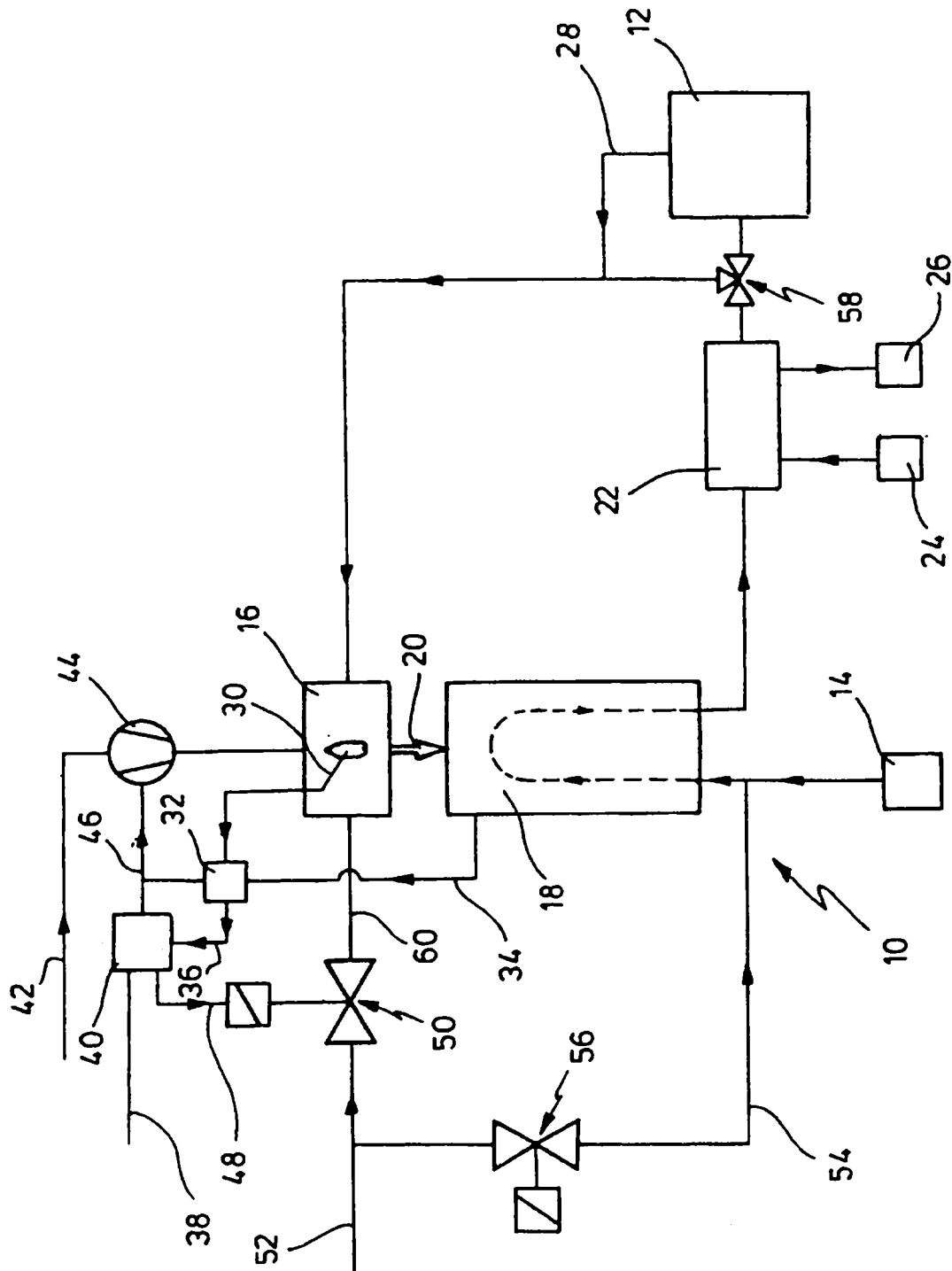
En este caso, la temperatura del reformador es determinante para el grado de conversión de metano. A partir del grado de conversión puede determinarse en conclusión inversa el contenido de metano residual, de modo que la dependencia de este contenido de metano residual de la temperatura del reformador permite una resolución inequívoca de la relación de aire con precisión suficiente.

Para la purificación fina de gas del producto reformado, en la oxidación selectiva 22 se suministra oxígeno del aire 24 a dicho producto reformado. El CO indeseado reacciona con el oxígeno del aire para dar H<sub>2</sub>O 26 y CO<sub>2</sub> en un catalizador. Los reactantes y el nitrógeno del aire restante diluyen el producto reformado, con lo que también resulta, por ejemplo, un desplazamiento porcentual del contenido residual de metano. Mediante el conocimiento exacto de la cantidad de aire en la oxidación preferencial puede tenerse en cuenta este efecto de dilución en la evaluación de la señal de ionización.

Además del contenido porcentual de metano en el gas de combustión, la masa absoluta de gas de combustión también influye en la magnitud de la señal de ionización, como se representa a modo de ejemplo en la fig. 4 para un funcionamiento a plena carga y un funcionamiento a carga parcial del quemador 16. Mediante la evaluación de la cantidad de gas de proceso suministrada puede determinarse cuánto producto reformado se genera. A partir de la producción de electricidad de la pila de combustible puede calcularse entonces, en combinación con la cantidad de producto reformado ofrecida, la cantidad de gas de combustión que se espera, de modo de nuevo es posible una resolución inequívoca de la señal de ionización hasta un valor de lambda exacto.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para determinar una relación de aire en un quemador para un aparato de calefacción por pila de combustible que presenta un sensor de ionización (30) en la zona de la llama y al que se suministran dos gases diferentes para la combustión, uno de los cuales procede de un procesamiento de gas, **caracterizado** porque una señal de medida del sensor de ionización (30), dependiendo de una o varias magnitudes de estado (34) del procesamiento de gas, se transforma en un valor real (36) para la relación de aire y, dependiendo del valor real de la relación de aire, se efectúa una regulación de la mezcla de gas y aire en el quemador.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque como magnitud de estado para determinar el valor real de la relación de aire se considera la composición del gas procedente del procesamiento de gas.
- 15 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque como magnitud de estado se considera el contenido de metano del gas procedente del procesamiento de gas.
- 20 4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el contenido de metano se determina dependiendo de la temperatura de un reformador (18) y/o de la cantidad de gas de proceso.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque como magnitud de estado se determina la proporción de N<sub>2</sub> del gas procedente de una purificación fina de gas (22).
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque en la determinación del valor real de la relación de aire se considera la cantidad de gas que se espera a partir del procesamiento de gas.
- 35 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque como magnitud de estado se considera la conversión de hidrógeno en la pila de combustible.
- 40 8. Aparato de calefacción por pila de combustible con un quemador que presenta un sensor de ionización (30) en la zona de la llama y al que se suministran dos gases diferentes para la combustión, uno de los cuales procede de un procesamiento de gas, **caracterizado** porque está prevista una unidad de evaluación de señales (32) que evalúa la señal de medida del sensor de ionización (30) y determina un valor real para la relación de aire, en que a la unidad de evaluación se señalan (32) se aplican las señales (34) de una o varias magnitudes de estado de la instalación de procesamiento de gas y la señal de medida del sensor de ionización (30), dependiendo de una o varias magnitudes de estado de la instalación de procesamiento de gas, se transforma en un valor real para la relación de aire y está prevista una unidad de regulación que, dependiendo del valor real para la relación de aire así determinado, ajusta la cantidad de aire suministrada a la combustión y/o la cantidad de gas suministrada.
- 45 9. Aparato de calefacción por pila de combustible según la reivindicación 8, **caracterizado** porque en un reformador (18) está previsto al menos un sensor de temperatura para determinar el contenido de metano en el gas procedente del procesamiento de gas.
- 50 10. Aparato de calefacción por pila de combustible según una de las reivindicaciones 8 ó 9, **caracterizado** porque en la unidad de evaluación (32) se hallan almacenados campos característicos para la relación de aire dependiendo de la señal de medida del sensor de ionización para distintas cargas del quemador.
- 55 11. Aparato de calefacción por pila de combustible según una de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado** porque en la unidad de evaluación se hallan almacenados campos característicos para la relación de aire dependiendo de la señal de medida del sensor de ionización para distintos contenidos de metano del gas.
- 60 12. Aparato de calefacción por pila de combustible según una de las reivindicaciones 8 a 11, **caracterizado** porque en la unidad de evaluación (32) se hallan almacenados campos característicos para la relación de aire dependiendo de la señal de medida del sensor de ionización para distintas conversiones de hidrógeno en la pila de combustible.
- 65 13. Aparato de calefacción por pila de combustible según una de las reivindicaciones 8 a 12, **caracterizado** porque en la unidad de evaluación (32) se hallan almacenados campos característicos para la relación de aire dependiendo de una señal de medida del sensor de ionización que depende del tipo del gas natural usado.
- 60 14. Aparato de calefacción por pila de combustible según una de las reivindicaciones 8 a 13, **caracterizado** porque como quemador está previsto un quemador de superficie.



**FIG.1**

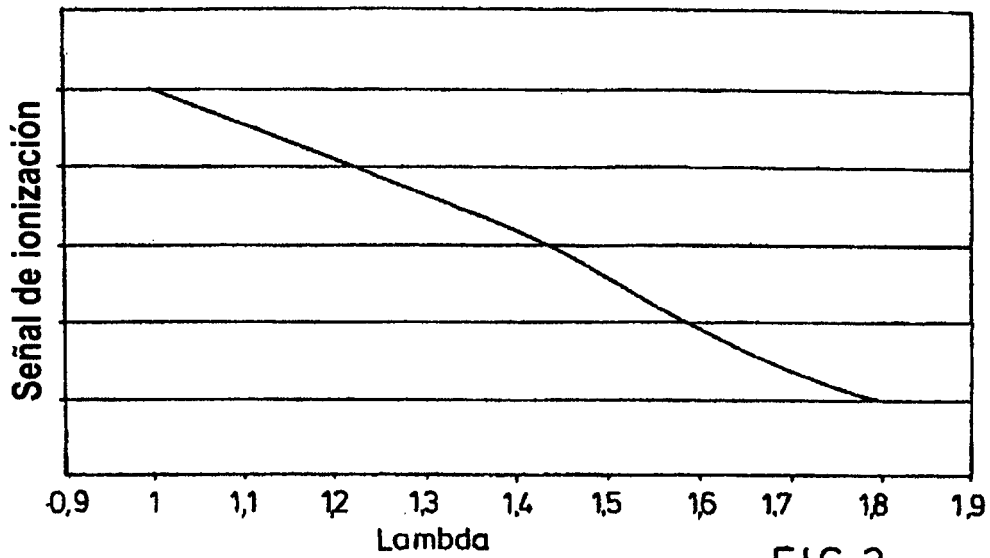


FIG.2

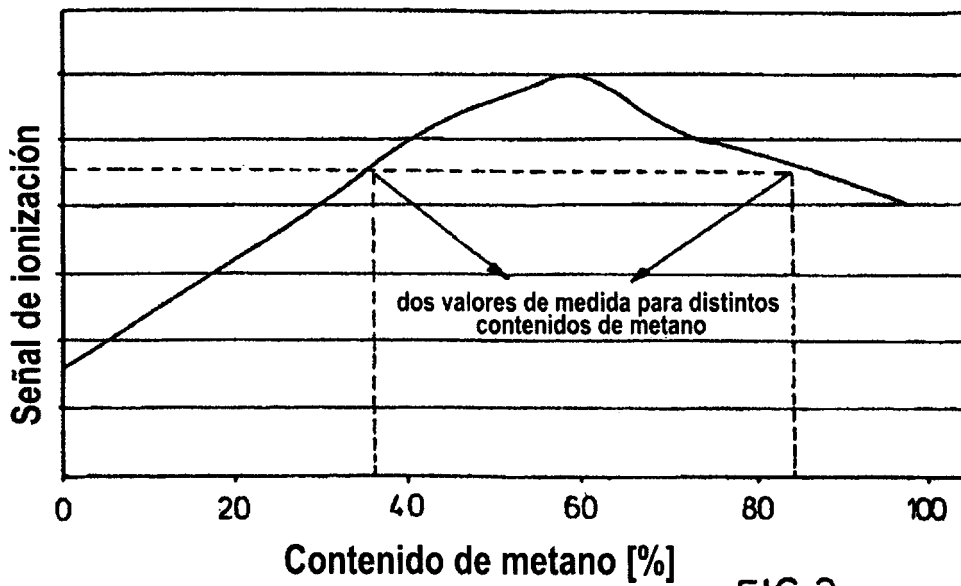


FIG.3

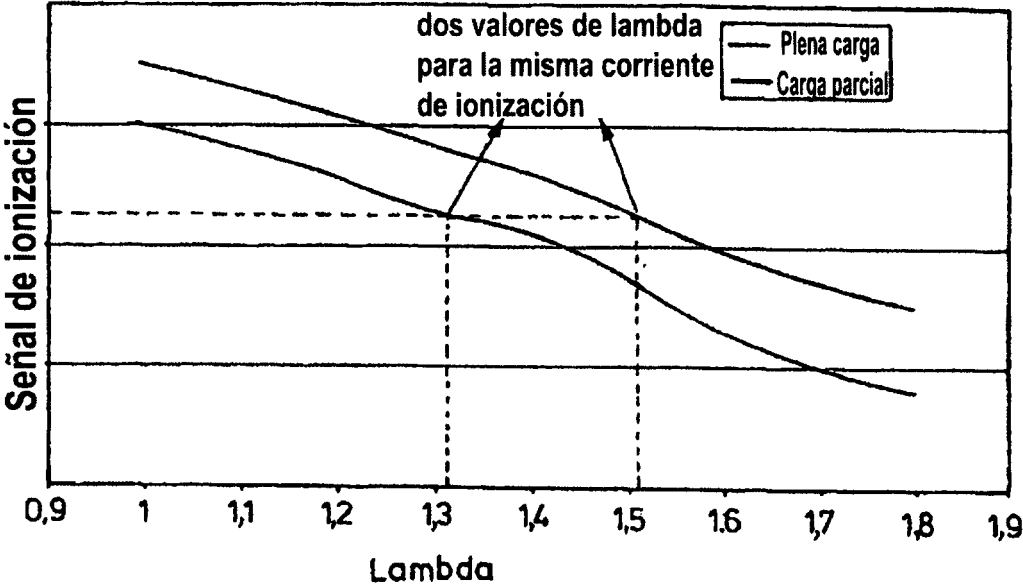


FIG.4