



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 304 931**

51 Int. Cl.:
G01N 33/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00400653 .2**

86 Fecha de presentación : **09.03.2000**

87 Número de publicación de la solicitud: **1045246**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **18.10.2000**

54 Título: **Evaluación y regulación de la potencia térmica de un flujo de gas combustible; caracterización de un caudalímetro másico térmico.**

30 Prioridad: **15.04.1999 FR 99 04748**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2008

73 Titular/es: **L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude**
75, quai d'Orsay
75007 Paris, FR

72 Inventor/es: **Philippe, Louis**

74 Agente: **Justo Vázquez, Jorge Miguel de**

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

Evaluación y regulación de la potencia térmica de un flujo de gas combustible; caracterización de un caudalímetro másico térmico.

La presente invención se refiere a:

- un procedimiento y un dispositivo de evaluación de la potencia térmica (o calorífica) de un flujo de un gas combustible,

- un procedimiento y un dispositivo de regulación de la potencia térmica (o calorífica) de un flujo de un gas combustible,

- un método de caracterización de un caudalímetro de tecnología másica térmica.

Los caudalímetros másicos de hilo caliente se conocen bien para usos industriales o de laboratorio. Su propiedad de ofrecer un gran intervalo de medición les hace particularmente atractivos: pueden utilizarse en intervalos de medición que varían de 1 a 100. Estos caudalímetros indican, de manera conocida en sí misma, caudales másicos o volumétricos, en condiciones normales de temperatura y de presión. En efecto, su principio de funcionamiento se basa en la medición de una diferencia de temperatura ($\Delta\theta$), proporcional al producto de la capacidad calorífica (Cp) del gas, de la masa volumétrica (ρ) de dicho gas y del caudal volumétrico (ϕ_v) de dicho gas, en las condiciones normales de temperatura y de presión:

$$\Delta\theta = k \, Cp \, \rho \, \phi_v$$

$$= k \, Cp \, \phi_m \quad (\phi_m: \text{caudal másico de dicho gas}).$$

El uso de caudalímetros másicos de hilo caliente para la medición de caudales volumétricos de gases necesita conocer, entre otras, la masa volumétrica ρ del gas y la capacidad calorífica Cp del gas considerado. Por tanto, antes de su uso debe graduarse un caudalímetro másico para el gas del que va a medir los caudales. Para medir el caudal de un segundo gas, debe multiplicarse el caudal indicado por el caudalímetro másico por un factor corrector F. Si la composición del segundo gas está próxima a la del gas para el que se ha graduado el caudalímetro, puede realizarse una aproximación del factor de corrección F mediante $\rho_1 Cp_1$ dividido entre $\rho_2 Cp_2$, correspondiendo el índice 1 al gas para el que se ha graduado el caudalímetro y correspondiendo el índice 2 al segundo gas para el que se mide el caudal. Así, para que un caudalímetro proporcione un valor exacto de caudal de un gas dado, hace falta o bien graduarlo con este gas o bien calibrarlo aplicando a la medida un factor corrector.

Para el gas natural, este problema es difícil de resolver ya que la composición química del gas varía en función de la localización del punto de uso y de la fuente de abastecimiento; siendo dicha fuente de abastecimiento susceptible de variar en el tiempo. Las imprecisiones en la medición de caudal volumétrico pueden alcanzar más del 10% para un caudalímetro graduado para metano puro, utilizado con un gas natural.

Para un industrial que utiliza un gas de este tipo como gas combustible, las variaciones de la composición química de dicho gas son fuentes de problemas, ya que los cambios de composición química se traducen en cambios de poder calorífico. Por tanto resulta difícil evaluar y regular, con una buena precisión, una potencia térmica (producto del caudal volumétrico medido en condiciones normales de temperatura y de presión por el poder calorífico (inferior o superior)) de un flujo de gas a partir del conocimiento de un caudal dado por un caudalímetro másico.

El objeto de la invención es resolver esta dificultad proponiendo procedimientos y dispositivos relevantes que permitan respectivamente evaluar y regular la potencia térmica de un flujo de un gas combustible.

Más precisamente, la invención propone un procedimiento de evaluación de la potencia térmica inferior (o superior) P de un flujo de un gas combustible de composición próxima a la de un gas de referencia (por consiguiente, él mismo combustible), pasando dicho flujo de gas por un caudalímetro de tecnología másica térmica graduado, o incluso graduado y calibrado, para dicho gas de referencia, que comprende:

- una etapa de recogida de la información proporcionada por dicho caudalímetro,

- una etapa de determinación del índice de Wobbe del gas, y

- una etapa de cálculo de dicha potencia térmica inferior (o superior) P, en la que se multiplica la información recogida por dicho caudalímetro por el poder calorífico inferior (o superior) de dicho gas de referencia y por una función esencialmente afín en el índice de Wobbe del gas.

ES 2 304 931 T3

El experto en la técnica comprenderá que existen dos contextos de realización de la invención anteriormente citada:

- contexto a: el caudalímetro usado se ha graduado para el gas de referencia (gas patrón= dicho gas de referencia), entonces, la medida leída en dicho caudalímetro, durante el paso de dicho gas de referencia, corresponde al caudal real;

- contexto b: el caudalímetro usado se ha graduado para un gas diferente del gas de referencia (gas patrón $\neq$ de dicho gas de referencia), entonces, la medida leída en dicho caudalímetro, durante el paso de dicho gas de referencia, debe corregirse para corresponder al caudal real de gas de referencia. Puede realizarse una aproximación del factor de corrección ($F_{\text{ref/pat}}$) mediante la relación de los ρC_p $\left(F_{\text{ref/pat}} = \frac{\rho_{\text{pat}} C_{p_{\text{pat}}}}{\rho_{\text{ref}} C_{p_{\text{ref}}}} \right)$;

Tras estas etapas de graduación, o incluso de graduación y de calibración, el caudalímetro que interviene proporciona una medida de caudal exacta cuando lo atraviesa el gas de referencia.

La invención propone igualmente un procedimiento de regulación a un valor P_0 , de la potencia térmica inferior (o superior) P de un flujo de un gas combustible de composición próxima a la de un gas de referencia (por consiguiente, él mismo combustible), pasando dicho flujo de gas por un caudalímetro de tecnología másica térmica graduado, o incluso graduado y calibrado, para dicho gas de referencia, que comprende:

- la evaluación de dicha potencia térmica inferior (o superior) P , según el procedimiento precisado anteriormente,
- la regulación de dicha potencia P (según métodos de regulación conocidos en sí mismos) a dicho valor P_0 .

Evidentemente, la regulación anteriormente citada puede realizarse igualmente en los dos contextos a y b precisados anteriormente.

Su realización puede declinarse según varias variantes. En particular puede regularse el caudal de gas combustible que interviene o la composición de dicho gas.

Los procedimientos anteriores se basan en el descubrimiento por el inventor de una correlación sencilla entre el índice de Wobbe (W) y la razón entre la potencia térmica inferior real de un quemador (P) y la potencia aparente (P_c), calculada mediante el producto del caudal volumétrico aparente proporcionado por un caudalímetro másico graduado, o incluso graduado y calibrado, para el gas de referencia por el poder calorífica inferior de dicho gas de referencia; correlación afín que se escribe:

$$\frac{P}{P_c} = f(W) = aW + b \quad (\text{véase la figura 1 adjunta}).$$

Se habla aquí de función “esencialmente” afín en la medida en la que no se excluye en absoluto, del marco de la invención, realizar ajustes en la correlación anterior, adjuntar a ella al menos un término cuadrático. Una precisión más que satisfactoria se consigue en cualquier caso mediante una función de primer grado.

Los coeficientes que intervienen en dicha correlación (coeficientes que caracterizan el caudalímetro) dependen por supuesto de la naturaleza del gas combustible de referencia.

En la medida en que un gas comburente interviene generalmente para la realización de la combustión del gas, los procedimientos de evaluación y de regulación tal como se definieron anteriormente también comprenden ventajosamente una etapa de regulación del caudal de comburente que interviene al valor Q_0' igual a $(1+x)P/K$ en el que x es el exceso de comburente (expresándose x en porcentaje, con respecto al caudal de comburente necesario a la combustión estequiométrica del gas) y en el que K es una constante que depende del comburente.

Se entiende que, cuando uno se interesa por la potencia térmica inferior del gas, se hace intervenir el poder calorífico inferior del gas de referencia y que, cuando uno se interesa por la potencia superior de dicho gas, se hace intervenir el poder calorífico superior de dicho gas de referencia.

Ventajosamente, dicho gas de referencia es:

- metano puro o un gas natural de referencia, cuando el gas combustible en cuestión es un gas natural;
- propano puro o un propano de referencia, cuando el gas combustible en cuestión es propano industrial;
- butano puro o un butano de referencia, cuando el gas combustible en cuestión es butano industrial.

ES 2 304 931 T3

En el marco de una variante ventajosa de realización de los procedimientos de la invención, el gas combustible que interviene es un gas natural, el gas de referencia es metano y la función esencialmente afín se escribe:

$$f(W) = aW + b,$$

estando a comprendido entre 0,035 y 0,050 y estando b comprendido entre 0,30 y 0,45. Los coeficientes a y b pueden en efecto variar un poco en función de la realización del método de caracterización del caudalímetro tal como se describe a continuación.

Para la determinación del índice de Wobbe del gas que interviene, se puede proceder de distintas maneras. En particular puede colocarse en la red de alimentación de dicho gas, "un analizador" que mide cantidades físicas de dicho gas (tales como su poder calorífico superior, su densidad con respecto al aire, su composición química, su índice de carácter comburente...) a partir de las cuales se calcula el índice de Wobbe. Un analizador de este tipo puede consistir en un comburímetro que mide el índice de carácter comburente del gas, índice de carácter comburente directamente proporcional al índice de Wobbe. Puede consistir igualmente en un cromatógrafo que determina la composición química del gas, composición química a partir de la cual se calcula el índice de Wobbe. Tiene ventajosamente un tiempo de respuesta rápido. No se excluye para nada medir directamente dicho índice de Wobbe mediante métodos calorimétricos.

Preferiblemente, para la realización de los procedimientos de la invención, se usa un comburímetro para la determinación del índice de Wobbe del gas.

Se recuerda a todos los efectos que dicho índice de Wobbe se define mediante la relación entre el poder calorífico superior del gas y la raíz cuadrada de la densidad de dicho gas.

Se ha entendido aquí que, para la realización de los procedimientos de la invención descritos anteriormente, se ha llevado a cabo un trabajo previo con el caudalímetro usado, en referencia a una familia dada de gas combustible, para la que va a usarse. Puede hablarse de una etapa previa de caracterización de dicho caudalímetro, de tecnología másica térmica. Un método de caracterización de este tipo de un caudalímetro de este tipo constituye otro objeto de la presente invención. Se describe a continuación.

Dicho método de caracterización de un caudalímetro de tecnología másica térmica (destinado a medir caudales volumétricos de un gas combustible GC de una familia dada, habiéndose graduado previamente dicho caudalímetro, o incluso graduado y calibrado, con un gas de referencia GCo (presentando dicho gas de referencia GCo una composición próxima a la de dicho gas combustible GC)) consiste en adjuntar a dicho caudalímetro dos coeficientes a y b, calculados como los coeficientes de la ley lineal que aproxima la relación existente entre el producto $F_{GC/GCo}$ (PC_{GC}/PC_{GCo}) y el índice de Wobbe W_{GC} del gas combustible GC del que se quieren medir los caudales volumétricos; ley lineal que se escribe:

$F_{GC/GCo} (PC_{GC}/PC_{GCo}) = aW_{GC} + b$ ($= \frac{P_{GC}}{P_{GCo}}$ en la que P_{GC} es la potencia real y P_{GCo} es la potencia aparente, potencias que se calculan mediante el producto de los caudales por los poderes caloríficos);

con:

$F_{GC/GCo}$: factor de corrección que debe aplicarse a la medida del caudal volumétrico proporcionada por el caudalímetro para conocer el caudal volumétrico real de gas combustible GC,

PC_{GC}/PC_{GCo} : relación del poder calorífico (inferior o superior) del gas combustible GC del que se quiere medir el caudal volumétrico con respecto al poder calorífico (inferior o superior) correspondiente del gas combustible de referencia GCo.

Para la medición del caudal volumétrico, puede realizarse una aproximación de dicho factor de corrección $F_{GC/GCo}$ mediante la relación:

$$\frac{\rho_{GCo} C_{p_{GCo}}}{\rho_{GC} C_{p_{GC}}};$$

con:

ρ : masa volumétrica del gas considerado,

C_p : capacidad calorífica del gas considerado.

ES 2 304 931 T3

No se excluye calcular dicho factor de corrección mediante otro método.

Los poderes caloríficos PC_{GC} y PC_{GC0} son, ambos, o bien poderes caloríficos inferiores, o bien poderes caloríficos superiores.

En lo que se refiere a dichos coeficientes a y b de la función afín destinada a caracterizar el caudalímetro usado, se calculan ventajosamente de la manera siguiente:

a) se selecciona un número significativo, en el sentido estadístico, de composiciones representativas de gas combustible: GC , GC_1 , GC_2 , ... GC_n ;

b) para cada una de dichas n composiciones, se calcula o se mide:

- el índice de Wobbe: W_{GCi} ;

- un mismo poder calorífico: PC_{GCi} ; por ejemplo el poder calorífico inferior PCI_{GCi} o el poder calorífico superior PCS_{GCi} ;

- el factor de corrección: F_{GCi}/G_{C0} ;

c) para cada una de dichas n composiciones, se calcula entonces el producto: $X_{GCi}=F_{GCi/GC0}(PC_{GCi}/PC_{GC0})$;

d) finalmente se calculan a y b mediante una regresión lineal entre las n parejas de datos: (X_{GCi}, W_{GCi}) .

En dicho cálculo, puede realizarse una aproximación de dichos factores de corrección mediante la relación:

$$\frac{\rho_{GC0} C_{p_{GC0}}}{\rho_{GC1} C_{p_{GC1}}}$$

con:

ρ : masa volumétrica del gas considerado,

C_p : capacidad calorífica del gas considerado.

La invención propone igualmente un dispositivo de evaluación de la potencia térmica inferior (o superior) P de un flujo de un gas combustible de composición próxima a la de un gas de referencia, que comprende:

- un caudalímetro de tecnología másica térmica graduado para dicho gas de referencia,

- un medio de determinación del índice de Wobbe del gas,

- un medio de recogida de la información proporcionada por dicho caudalímetro, y de dicho índice de Wobbe, y

- un medio de cálculo de dicha potencia térmica inferior (o superior) P dispuesto para efectuar la multiplicación de la información recogida por dicho caudalímetro por el poder calorífico inferior (o superior) de dicho gas de referencia y por una función esencialmente afín en el índice de Wobbe del gas.

La invención propone también un dispositivo de regulación a un valor P_0 , de la potencia térmica inferior (o superior) P de un flujo de un gas combustible de composición próxima a la de un gas de referencia, que comprende:

- el dispositivo de evaluación de dicha potencia térmica inferior (o superior) P, tal como se definió anteriormente, y

- un medio de regulación (medio conocido en sí) de dicha potencia P a dicho valor P_0 .

Dicho medio de regulación puede intervenir o bien sobre el caudal del gas, o bien sobre la composición de dicho gas (es decir sobre su índice de Wobbe), o incluso conjuntamente sobre estos dos parámetros. Por tanto es susceptible de incluir al menos una válvula de regulación de caudal y/o al menos un medio de mezclado de otro gas en dicho gas.

Ventajosamente, dicho dispositivo de regulación comprende igualmente un medio de regulación del caudal de comburente que interviene al valor Q_0' igual a $(1+x)P/K$ en el que x es el exceso de comburente y en el que K es una constante que depende del comburente.

ES 2 304 931 T3

Preferiblemente, el dispositivo comprende un comburímetro para la determinación del índice de Wobbe del gas. Dicho comburímetro puede disponerse aguas arriba o aguas abajo del caudalímetro con respecto al sentido del flujo de gas.

Según otro modo de realización, el medio de determinación del índice de Wobbe del gas comprende un analizador de la composición química de dicho gas.

La invención descrita anteriormente se basa en el uso del índice de Wobbe (W) como valor característico del gas combustible (GC). Es evidente que los procedimientos y dispositivos descritos también pueden basarse en el uso de un índice equivalente, tal como el índice de capacidad comburente B. El experto en la técnica sabe que dicho índice de capacidad comburente (B) está, para el gas natural, vinculado a dicho índice de Wobbe (W), mediante la fórmula:

$$B = \frac{W}{1,16}.$$

En la presente descripción y las reivindicaciones adjuntas, el término “índice de Wobbe” engloba por lo tanto el índice de Wobbe propiamente dicho y los índices equivalentes.

Otras características y ventajas de la invención aparecerán en la descripción que sigue, de un ejemplo, descrito en referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- la figura 1 representa, para trece composiciones de gases naturales y en función del índice de Wobbe de dichos gases naturales, el producto:

$$F_{GN/CH_4}(PCI_{GN}/PCI_{CH_4})$$

con, F_{GN/CH_4} factor de corrección, aproximado por la fórmula

$$\frac{\rho_{CH_4} C_{p_{CH_4}}}{\rho_{GC} C_{p_{GC}}};$$

y PCI_{GN} , poderes caloríficos inferiores, calculados a partir de la composición de los trece gases naturales que intervienen;

- la figura 2 representa, de manera esquemática, una red de distribución, de un gas combustible GC, dotado de medios que permiten la realización de los procedimientos de la invención.

Con referencia más particularmente a la figura 1, el inventor ha descubierto para los gases naturales una correlación sorprendente entre el índice de Wobbe de un gas natural, valor medible por ejemplo con un comburímetro, y la relación entre, por una parte, la potencia real a un quemador denominada P de un flujo de dicho gas natural y, por otra parte, la potencia aparente denominada Pc calculada mediante el producto del poder calorífico inferior del metano, denominado PCI_{CH_4} , por el caudal volumétrico denominado Q_{CH_4} , del flujo de dicho gas natural, indicado por un caudalímetro másico graduado para metano.

Esta relación se escribe, suponiendo $P_c = PCI_{CH_4} \cdot Q_{CH_4}$, y denominando “W” el índice de Wobbe:

$$P/P_c = aW + b$$

con $a = 4,47 \times 10^{-2}$ y $b = 0,3413$.

Esta relación es independiente del gas natural usado. Su precisión es del orden del 0,5%.

Esta correlación se ha establecido para 13 composiciones de gases, gases disponibles en Francia y sus mezclas.

Este resultado inesperado permite usar la tecnología del caudalímetro másico de hilo caliente para la regulación de la potencia de una instalación de combustión, y para la regulación de la relación de combustión, con aire o con oxígeno, independientemente de la composición del gas natural.

Se proponen los comentarios siguientes con referencia a la figura 2.

La red de distribución esquematizada alimenta dos equipos 1 y 2 de combustión (del tipo quemadores, hornos, por ejemplo) mediante el conducto 3 principal y los conductos 4 y 5 secundarios.

ES 2 304 931 T3

Dicho conducto 3 principal está dotado, aguas arriba de dichos conductos 4 y 5 secundarios, de un aparato 6 que permite calcular el índice de Wobbe W del gas GC. El valor de dicho índice de Wobbe se transmite a los dos calculadores 20 y 20'.

5 Sobre el conducto 5 secundario, está montado un caudalímetro 7' de tecnología másica térmica, graduado para un gas de referencia, de composición próxima a la de dicho gas GC.

La invención se realiza en la medida en que la composición de dicho gas G es susceptible de variar con el transcurso del tiempo (permaneciendo próxima a la de dicho gas de referencia).

10 La potencia térmica inferior (o superior) P' con la que se alimenta el equipo 2 de combustión se calcula, según la invención, en el calculador 20', a partir:

- 15 - del índice de Wobbe W, determinado en el aparato 6,
 - del valor del caudal Q', leído en el caudalímetro 7',
 - del poder calorífico inferior (o superior) del gas de referencia (una constante), y
 - 20 - de la famosa función afín que caracteriza el caudalímetro 7' que interviene;
- según la fórmula:

$$25 \quad P' = PCI_{ref} Q'_{leído} (a'W + b')$$

Sobre el conducto 4 secundario, están montados en serie:

30 un caudalímetro 7 de tecnología másica térmica, graduado también para un gas de referencia y caracterizado también por coeficientes a y b de una función afín; y

un elemento 8 susceptible de ajustar el caudal de alimentación del gas GC del equipo 1 de combustión.

35 En efecto, para la alimentación de dicho equipo 1 de combustión, se prevé una regulación de la potencia térmica inferior (o superior) P.

Dicha potencia térmica inferior (o superior) P se calcula, según la invención, en el calculador 20, a partir:

- 40 - del índice de Wobbe W, determinado en el aparato 6,
- del valor del caudal Q, leído en el caudalímetro 7,
- del poder calorífico inferior (o superior) del gas de referencia, y
- 45 - de la función afín que caracteriza dicho caudalímetro 7, según la fórmula:

$$P = PCI_{ref} Q_{leído} (aW + b) .$$

50 Dicha potencia térmica inferior (o superior) P se regula al valor P₀ mediante el regulador 21.

Dicho regulador 21 controla el elemento 8 de ajuste del caudal.

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de evaluación de la potencia térmica inferior, o superior, P, de un flujo de un gas combustible GC de composición próxima a la de un gas de referencia, pasando dicho flujo de gas por un caudalímetro (7) de tecnología másica térmica graduado, o incluso graduado y calibrado, para dicho gas de referencia, que comprende:

- una etapa de recogida de la información proporcionada por dicho caudalímetro (7),

- una etapa de determinación del índice de Wobbe del gas, y

- una etapa de cálculo de dicha potencia térmica inferior, o superior, P, en la que se multiplica la información recogida por dicho caudalímetro por el poder calorífico inferior, o superior, de dicho gas de referencia y por una función esencialmente afín en el índice de Wobbe del gas.

2. Procedimiento de regulación a un valor P_0 , de la potencia térmica inferior, o superior, P de un flujo de un gas combustible GC de composición próxima a la de un gas de referencia, pasando dicho flujo de gas por un caudalímetro (7) de tecnología másica térmica graduado, o incluso graduado y calibrado, para dicho gas de referencia, que comprende:

- la evaluación de dicha potencia térmica inferior, o superior, P, según el procedimiento de la reivindicación 1, y

- la regulación de dicha potencia a dicho valor P_0 .

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque comprende además una etapa de regulación del caudal de comburente que interviene al valor Q_0' igual a $(1+x)P/K$ en el que x es el exceso de comburente y en el que K es una constante que depende del comburente.

4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el gas de referencia es metano, propano o butano.

5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque siendo el gas combustible GC que interviene un gas natural, siendo el gas de referencia metano, la función esencialmente afín se escribe:

$$f(W) = aW + b,$$

estando a comprendido entre 0,035 y 0,050 y estando b comprendido entre 0,30 y 0,45.

6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque se utiliza un comburímetro para la determinación del índice de Wobbe del gas.

7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque la determinación del índice de Wobbe del gas se efectúa mediante un cálculo a partir de los resultados del análisis químico de dicho gas.

8. Dispositivo de evaluación de la potencia térmica inferior, o superior, P, de un flujo de un gas combustible GC de composición próxima a la de un gas de referencia, que comprende:

- un caudalímetro (7) de tecnología másica térmica graduado para dicho gas de referencia,

- un medio (6) de determinación del índice de Wobbe del gas,

- un medio (20) de recogida de la información proporcionada por dicho caudalímetro (7), y del dicho índice de Wobbe, y

- un medio (20) de cálculo de dicha potencia térmica inferior, o superior, P, dispuesto para efectuar la multiplicación de la información recogida por dicho caudalímetro (7) por el poder calorífico inferior, o superior, de dicho gas de referencia y por una función esencialmente afín en el índice de Wobbe del gas.

9. Dispositivo de regulación a un valor P_0 de la potencia térmica inferior, o superior, P de un flujo de un gas combustible GC de composición próxima a la de un gas de referencia, que comprende:

- un dispositivo de evaluación de dicha potencia térmica inferior, o superior, P según la reivindicación 8, y

- un medio (8, 21, 22) de regulación de dicha potencia P a dicho valor P_0 .

10. Dispositivo según la reivindicación 9, **caracterizado** porque comprende además un medio de regulación del caudal de comburente que interviene al valor Q_0' igual a $(1+x)P/K$ en el que x es el exceso de comburente y en el que K es una constante que depende del comburente.

11. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado** porque dicho medio (6) de determinación del índice de Wobbe del gas incluye un comburímetro.

12. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado** porque dicho medio de determinación del índice de Wobbe del gas comprende un analizador de la composición química de dicho gas.

13. Método de caracterización de un caudalímetro de tecnología másica térmica, destinado a medir caudales volumétricos de un gas combustible GC de una familia dada, habiéndose graduado previamente dicho caudalímetro, o incluso graduado y calibrado con un gas de referencia GC₀; consistiendo dicho método en adjuntar a dicho caudalímetro dos coeficientes a y b , calculados como los coeficientes de la ley lineal que acerca la relación existiendo entre el producto F_{GC/GC_0} (PC_{GC}/PC_{GC_0}) y el índice de Wobbe W_{GC} del gas combustible GC del que se quieren medir los caudales volumétricos; ley lineal que se enuncia:

$$F_{GC/GC_0} (PC_{GC}/PC_{GC_0}) = a W_{GC} + b$$

con:

F_{GC/GC_0} : factor de corrección que ha de aplicarse a la medida del caudal volumétrico proporcionada por el caudalímetro para conocer el caudal volumétrico real de gas combustible GC;

PC_{GC}/PC_{GC_0} : relación del poder calorífico, inferior o superior, del gas combustible GC del que se quiere medir el caudal volumétrico con respecto al poder calorífico, inferior o superior, correspondiente del gas combustible de referencia GC₀.

14. Método según la reivindicación 13, **caracterizado** porque dichos dos coeficientes a y b se calculan tal como sigue:

a) se selecciona un número significativo, en el sentido estadístico, de composiciones representativas de gas combustible: GC, GC₁, GC₂, ... GC_n;

b) para cada una de dichas n composiciones, se calcula o se mide:

- el índice de Wobbe: W_{GC_i} ;

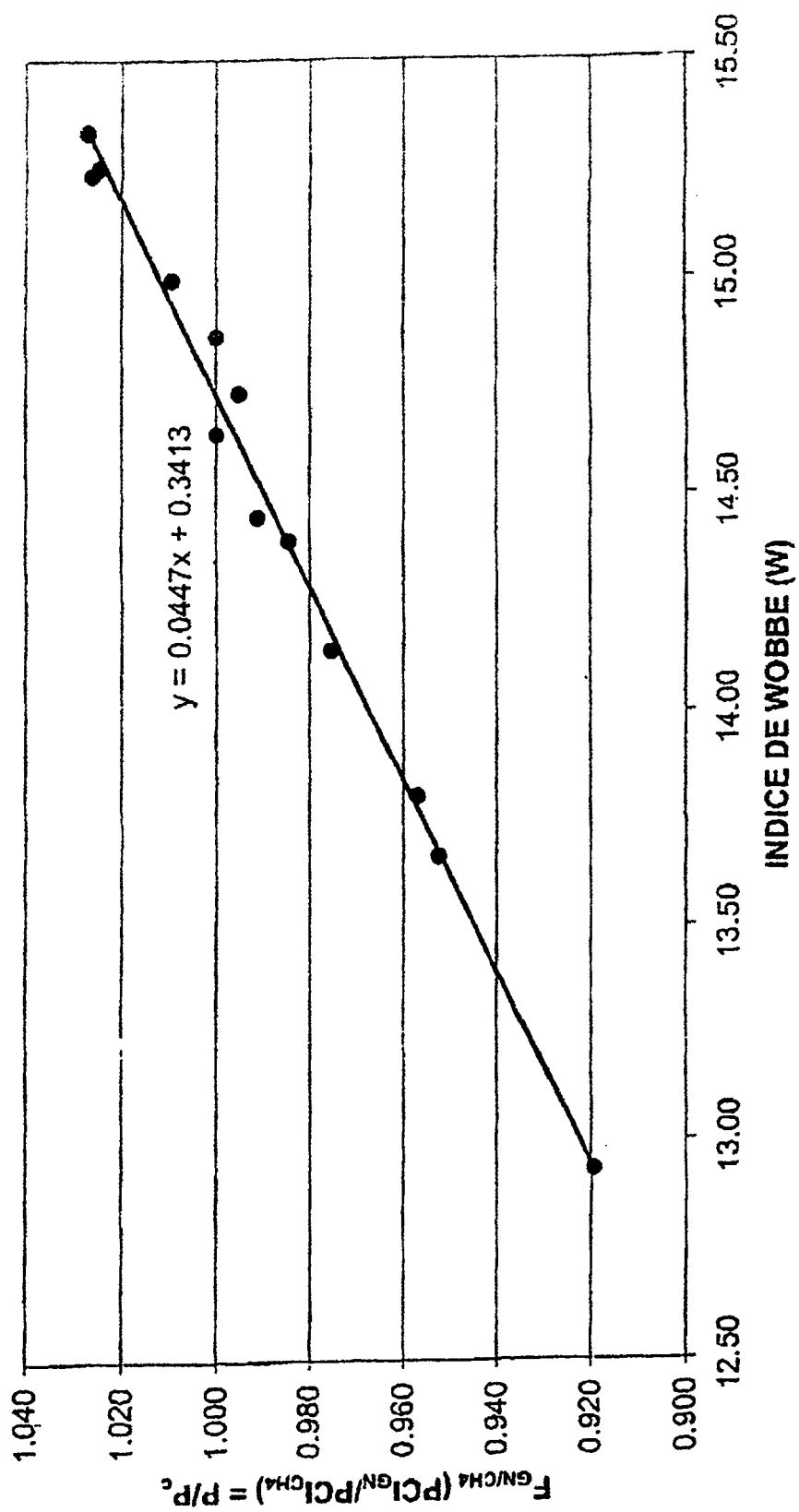
- un mismo poder calorífico: PC_{GC_i} ; por ejemplo el poder calorífico inferior PCI_{GC_i} o el poder calorífico superior PCS_{GC_i} ;

- el factor de corrección: F_{GC_i/GC_0} ;

c) para cada una de dichas n composiciones, se calcula entonces el producto: $X_{GC_i} = F_{GC_i/GC_0} (PC_{GC_i}/PC_{GC_0})$;

d) finalmente se calculan a y b mediante una regresión lineal entre las n parejas de datos: (X_{GC_i}, W_{GC_i}) .

FIG.1



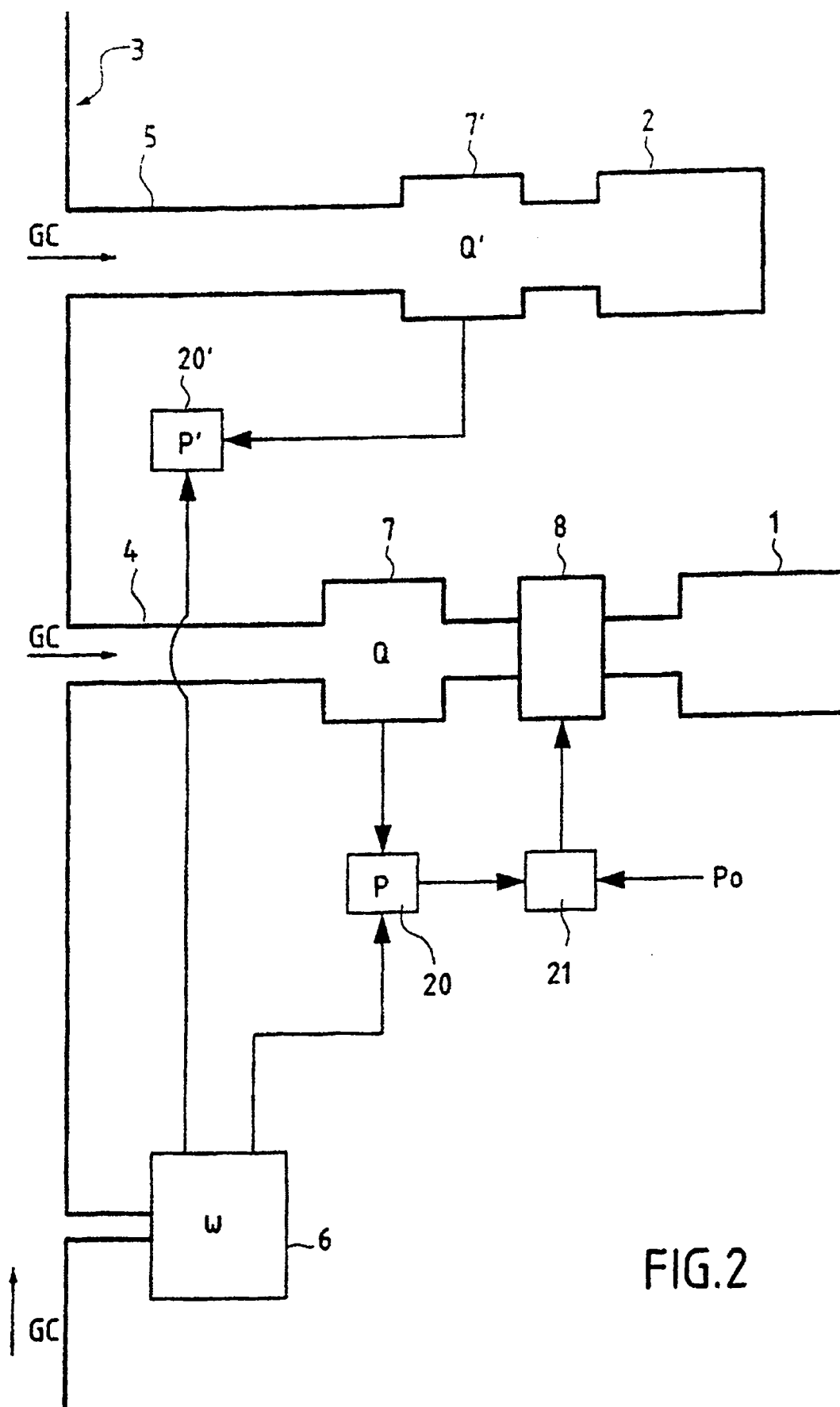


FIG.2