

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la
Propiedad Intelectual
Oficina internacional

(43) Fecha de publicación internacional
14 de enero de 2021 (14.01.2021)



(10) Número de publicación internacional
WO 2021/005247 A1

(51) Clasificación internacional de patentes:

G01N 33/00 (2006.01) A61M 16/10 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:

PCT/ES2019/070482

(22) Fecha de presentación internacional:

10 de julio de 2019 (10.07.2019)

(25) Idioma de presentación:

español

(26) Idioma de publicación:

español

(71) Solicitante: NOXTEC DEVELOPMENT, S.L. [ES/ES];
Tungsteno, 11, 28500 Arganda del Rey (Madrid) (ES).

(72) Inventores: MUÑOZ SANZ, Jesús; Tungsteno, 11, 28500
Arganda del Rey (Madrid) (ES). PEREZ DE ALEJO, Ri-
goberto; Tungsteno, 11, 28500 Arganda del Rey (Madrid)
(ES).

(74) Mandatario: PONS ARIÑO, Ángel; Glorieta de Rubén
Dario, 4, 28010 Madrid (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa,
para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG,

AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa,
para toda clase de protección regional admisible): ARIPO
(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL,
ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: AUTOMATIC GAS CONCENTRATION CALIBRATION DEVICE, METHOD FOR AUTOMATICALLY
CALIBRATING A GAS CONCENTRATION SENSOR, AND METHOD FOR MONITORING A GAS CONCENTRATION

(54) Título: DISPOSITIVO DE CALIBRACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GAS AUTOMÁTICO, UN MÉTODO DE
CALIBRACIÓN AUTOMÁTICA DE UN SENSOR DE CONCENTRACIÓN DE GAS Y UN MÉTODO DE MONITORIZACIÓN
DE UNA CONCENTRACIÓN DE GAS

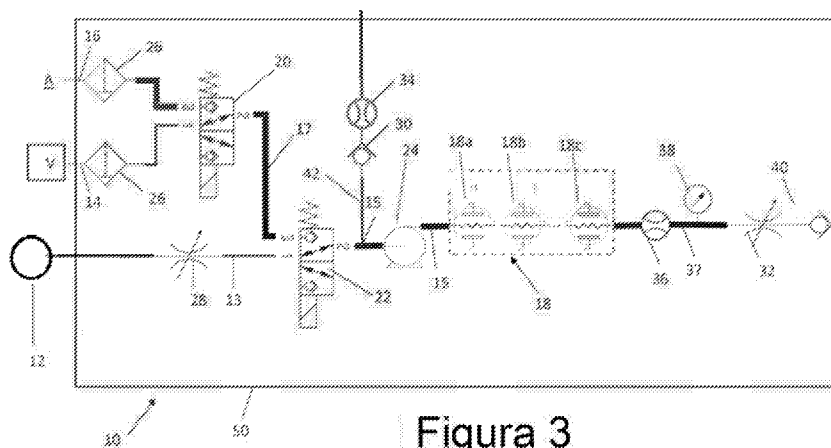


Figura 3

(57) Abstract: Gas sensor calibration using two reference gases. The accuracy of the calibration is periodically checked and recalibration is carried out when the measurement error is too great. One of the reference gases may be ambient air. The calibration curve may be a polynomial of first or second order. The gas measurement includes periodic checking of the sensor calibration with a single reference gas and recalibration when necessary.

(57) Resumen: Calibración de un sensor de gas con dos gases de referencia. La exactitud de la calibración se verifica periódicamente y se vuelve a efectuar la calibración cuando se produce un error de medición demasiado grande. Uno de los gases de referencia puede ser el gas atmosférico. La curva de calibración puede ser un polinomio de primer o segundo orden. La medición de gas comprende una verificación periódica de la calibración del sensor con un solo gas de referencia y una recalibración, si fuera necesario.

[Continúa en la página siguiente]

Publicada:

— *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

**DISPOSITIVO DE CALIBRACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE GAS AUTOMÁTICO,
UN MÉTODO DE CALIBRACIÓN AUTOMÁTICA DE UN SENSOR DE
CONCENTRACIÓN DE GAS Y UN MÉTODO DE MONITORIZACIÓN DE UNA
CONCENTRACIÓN DE GAS**

5

DESCRIPCIÓN

OBJETIVO DE LA INVENCION

- 10 La presente invención se refiere a un dispositivo de calibración de concentración de gas automático, un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas y un método de monitorización de una concentración de gas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15

Los monitores de concentración de gas conocidos utilizan múltiples sensores basados en celdas electroquímicas para medir la concentración del gas que pasa a través del sensor. Más específicamente, se genera un voltaje por una reacción química entre el gas y los electrodos de la celda, siendo ese voltaje proporcional a la concentración de gas. Las alternativas a los monitores basados en células electroquímicas incluyen monitores basados en electro-fluorescencia. Tales sensores de concentración de gas se usan, habitualmente, para determinar la concentración de gases médicos que se suministran desde un dispositivo médico a un paciente que sigue un tratamiento.

20

- 25 Una desventaja de usar tales celdas para medir la concentración de gas consiste en que la reacción electroquímica descompone los electrodos, lo que resulta en un cambio de las propiedades eléctricas y químicas de la celda y, por lo tanto, de la concentración medida, que generalmente puede hacer que una celda electroquímica pierda más del 3 % de precisión por mes. Además, las condiciones ambientales tales como la temperatura, la presión relativa y la humedad también pueden afectar la concentración medida. Como resultado, tales sensores de gas requieren una calibración periódica para garantizar que la concentración de gas medida sea precisa.

30

- Si bien es posible utilizar un enfoque analítico para calibrar el sensor, el hecho de que haya varios parámetros que dependen unos de otros hace que tal enfoque sea

35

demasiado complejo. Además, es difícil predecir cuándo se requiere la calibración, ya sea como una operación manual o semiautomática.

Para gases médicos, la calibración manual del monitor se requiere, generalmente, cada dos a seis semanas. La calibración requiere que un técnico visite el establecimiento médico donde se utilizan los gases médicos, generalmente un hospital. En el ejemplo de los tratamientos con óxido nítrico inhalado, el proceso de calibración en sí requiere dos gases de referencia o de calibración, generalmente óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂). Tal proceso de calibración manual es costoso, se estima en algunos países europeos entre los 6 000 y 10 000 euros por monitor al año, y aumenta el coste del tratamiento del paciente. El efecto del aumento del coste del tratamiento consiste en que cualquiera de las calibraciones se realiza con menos frecuencia, a menudo reduciendo considerablemente la precisión de la medición del dispositivo y, en algunos casos, la dosis que tiene un impacto perjudicial en el paciente, o la aplicación de este tratamiento se limita a un número selecto de pacientes.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Por lo tanto, existe la necesidad de un dispositivo mejorado para calibrar los sensores de concentración de gas.

Por lo tanto, según un aspecto de la presente invención, se proporciona un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas que puede funcionar para producir una salida de sensor que representa una concentración de gas, que comprende las etapas de suministro de un primer gas de referencia, que tiene una primera concentración de gas de referencia conocida, al sensor de concentración de gas, que mide la primera salida de sensor del sensor de concentración de gas, que suministra un segundo gas de referencia que tiene la segunda concentración de gas de referencia conocida al sensor de concentración de gas, que mide una segunda salida de sensor del sensor de concentración de gas y que determina un coeficiente del sensor que define la relación entre la concentración de gas y la salida de sensor basada en la primera y segunda concentraciones de gas de referencia conocidas y la primera y la segunda salida de sensor.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un dispositivo de calibración de concentración de gas automático que comprende un primer conducto de referencia, que se puede conectar operativamente a un primer gas de referencia de concentración de gas conocida, y un segundo conducto de referencia que se puede conectar operativamente a un segundo gas de referencia de concentración de gas conocida, un procesador que puede funcionar para medir una primera salida de sensor de un primer gas de referencia conocido suministrado al sensor de concentración de gas, medir una segunda salida de sensor de un segundo gas de referencia conocido suministrado al sensor de concentración de gas, y determinar un coeficiente de sensor que define la relación entre la concentración de gas y la salida de sensor basada en la primera y segunda concentraciones de gas de referencia conocidas y la primera y segunda salidas de sensor, y un conjunto de válvula que puede funcionar para conmutar automáticamente el suministro de gas al sensor de gas entre el primer y segundo gas de referencia para permitir la salida de sensor que se va a medir para el primer y segundo gas de referencia.

Esto tiene la ventaja de que la calibración se puede realizar automáticamente y en un período de tiempo corto. Además, el usuario puede realizar la calibración incluso mientras el paciente recibe el tratamiento sin crear una situación peligrosa. El resultado de la calibración automática consiste en la reducción del coste del tratamiento.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y para ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, según un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se adjunta un conjunto de dibujos como parte integral de dicha descripción, en la que, con ilustraciones ilustrativas y carácter no limitativo, se ha representado lo siguiente:

30

La figura 1 refleja un diagrama esquemático que muestra un dispositivo de calibración de gas según un aspecto de la presente invención.

La figura 2 refleja un diagrama neumático que muestra el dispositivo de calibración de gas de la figura 1 con un gas de muestra de concentración desconocida que se

35

suministra.

La figura 3 refleja un diagrama neumático que muestra el dispositivo de calibración de gas de la figura 1 con un gas de referencia de concentración conocida de la atmósfera
5 que se suministra.

La figura 4 refleja un diagrama neumático que muestra el dispositivo de calibración de gas de la figura 1 con un gas de referencia de concentración conocida de un cilindro de calibración que se suministra.
10

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

En la figura 1, un sistema de monitorización de concentración de gas 10 comprende un dispositivo de medición de concentración de gas 50 que tiene un primer conducto de referencia en forma de un conducto de calibración 13, un conducto de muestreo 14 y
15 un segundo conducto de referencia en forma de un conducto de ambiente 16, un primer conducto de escape 37, y un segundo conducto de escape 42.

En la figura 2, el dispositivo de medición de la concentración de gas 50 comprende además una pluralidad de sensores de concentración de gas 18 en forma de tres sensores electroquímicos 18a, 18b, 18c, que se pueden conectar a un cilindro de calibración de gas 12 a través del conducto de calibración 13 y un conducto de la bomba 15, a un circuito de ventilación V, como se conoce en la técnica, a través del conducto de muestreo 14, un conducto de conexión 17 común y el conducto de la
20 bomba 15, y a la atmósfera a través del conducto de ambiente 16, el conducto de conexión 17 común y el conducto de la bomba 15.
25

Cada sensor de los tres sensores de concentración de gas 18a, 18b, 18c mide la concentración de gases suministrados, por ejemplo, oxígeno (O₂), óxido nítrico (NO) y
30 dióxido de nitrógeno (NO₂) como se describirá a continuación. Se entenderá que el número de sensores requerido corresponde al número de gases cuya concentración se está midiendo.

Un ventilador (no mostrado) está conectado a un paciente por medio de una
35 extremidad inspiratoria y una extremidad espiratoria (ambas no mostradas). La

extremidad inspiratoria incluye un conector para permitir la inyección del óxido nítrico y otro conector que permite la conexión del conducto de muestreo 14. Entre los dos conectores, el aire se mezcla con el oxígeno proveniente del ventilador, lo que genera dióxido de nitrógeno de modo que el paciente reciba una mezcla homogénea.

5

El cilindro de gas de calibración 12 contiene un primer gas de referencia que se puede conectar al conducto de calibración 13 para permitir la calibración de los sensores de gas 18. El cilindro de calibración de gas 12 contiene una mezcla de gases elegidos para representar los gases que se suministrarán para permitir el tratamiento del

10 paciente. Por ejemplo, cuando el gas suministrado al paciente es óxido nítrico, el cilindro de gas de calibración 12 comprenderá óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂), ya que el óxido nítrico reaccionará con el oxígeno en la extremidad inspiratoria para formar dióxido de nitrógeno, y por lo tanto su concentración necesita ser medida.

15 El conducto de ambiente 16 está conectado a la atmósfera para permitir la calibración de los sensores de gas 18.

El conducto de muestreo 14 está conectado de manera gaseosa al circuito de ventilación V, que contiene un gas de muestra de concentración de gas desconocida.

20

El dispositivo de medición de concentración de gas 50 incluye un conjunto de válvula que comprende una primera electroválvula 20 y una segunda electroválvula 22.

La primera electroválvula 20 conecta el conducto de ambiente 16 al conducto de

25 conexión 17 común, y conecta el conducto de muestreo 14 al conducto de conexión 17 común, para permitir la conmutación del suministro de gas al conducto de conexión 17 común, y en última instancia, a los tres sensores 18a, 18b, 18c, entre la atmósfera y el circuito de ventilación V para fines de calibración y monitorización como se describe a continuación.

30

La segunda electroválvula 22 conecta el conducto de conexión 17 común y el conducto de calibración 13 al conducto de la bomba 15, para permitir la conmutación del suministro de gas al conducto de conexión 17 común, y finalmente a los tres sensores electroquímicos 18a, 18b, 18c entre uno de la atmósfera y el circuito de

35 ventilación V seleccionado por la primera electroválvula 20, y el conducto de

calibración 13.

La bomba 24 se posiciona en el conducto de la bomba 15 para bombear el gas desde el circuito de ventilación, la atmósfera o el gas de calibración 12, según lo
5 seleccionado por las primeras 20 y las segundas 22 electroválvulas, a los sensores de concentración de gas 18a, 18b, 18c.

Se proporciona una trampa de agua 26 opcional en el conducto de ambiente 16 y el conducto de muestreo 14 para retirar la condensación de los conductos y evitar la
10 contaminación de los sensores de gas.

Se proporciona un primer regulador de flujo 28 o válvula proporcional en el conducto de calibración 13 entre el gas de calibración 12 y la segunda electroválvula 22, y se proporciona un segundo regulador de flujo 32 o válvula proporcional aguas abajo de
15 los sensores de gas 18a, 18b, 18c para controlar el caudal y la presión del gas suministrado a los sensores 18a, 18b, 18c para permitir la calibración de los sensores de gas 18 de la manera más precisa.

Un sensor de caudal 36 y un sensor de presión 38 están provistos aguas abajo de los
20 sensores 18a, 18b, 18c en el primer conducto de escape 37, que incluye además una válvula unidireccional 40.

Se proporciona una válvula unidireccional 30 entre la segunda electroválvula 22 y la bomba 24, de manera que el segundo conducto de escape 42 pueda liberar cualquier
25 exceso de gas de calibración para garantizar una presión y un caudal estables si el caudal o la presión son demasiado altos. En una realización alternativa, la válvula de una vía se puede reemplazar por una electroválvula. El segundo conducto de escape 42 incluye un sensor opcional de caudal 34 posicionado aguas abajo de la válvula unidireccional 30 de monitorización del caudal del gas de calibración. En una
30 realización alternativa, la válvula unidireccional 30 podría ser una electroválvula activada junto con las electroválvulas 20, 22.

El dispositivo de medición de concentración de gas 50 incluye un procesador 60 (mostrado esquemáticamente en la figura 1), que opera la conmutación de la primera y
35 la segunda electroválvulas 20, 22 en respuesta a instrucciones programadas tanto de

forma manual como automática para permitir la calibración de los sensores de gas 18a, 18b, 18c y/o monitorización de la concentración de gas.

La operación del dispositivo de calibración de concentración de gas 50 se describe a continuación, que en primer lugar requiere la calibración de los sensores de gas 18a, 18b, 18c de la siguiente manera:

En la trayectoria neumática resaltada en negrita en la figura 3, el procesador 60 instruye a la bomba 24 para que se encienda, y conmuta la primera electroválvula 20 para suministrar gas desde la atmósfera a través del conducto de ambiente 16 al conducto de conexión 17 común, y no gas del conducto de muestreo 14. Durante el suministro de gas desde la atmósfera, la válvula unidireccional 30 se cierra y la segunda electroválvula 22 se conmuta de manera que todo el gas atmosférico suministrado pase a través del conducto de conexión 17 común y el conducto de la bomba 15, y fluye más allá de los sensores de gas 18a, 18b, 18c. Una vez que la bomba 24 se ha estabilizado, es decir, el caudal y la presión son constantes, el procesador 60 registra una primera salida de sensor en forma de una primera medición de voltaje X1 para cada sensor de gas. La medición de voltaje X1 se mide mediante un voltímetro (no mostrado) conectado a cada uno de los sensores 18a, 18b, 18c. En realizaciones alternativas, la tensión se puede medir mediante un convertidor de analógico a digital.

En la trayectoria neumática resaltada en negrita en la figura 4, una vez que se ha registrado la primera medición de voltaje X1, el procesador 60 apaga la bomba 24, conmuta la segunda electroválvula 22 para suministrar gas desde el cilindro de gas de calibración 12 a través del conducto de calibración 13 al conducto de conexión 17 común, y conmuta nuevamente la bomba 24. Durante el suministro del gas de calibración 12, la válvula unidireccional 30 y el primer regulador de flujo 28 se controlan para garantizar que cualquier exceso de gas de calibración liberado se mantenga al mínimo. El control del gas de calibración es necesario para mantener un flujo constante de gas hacia los sensores. Cuando una electroválvula reemplaza a la válvula unidireccional 30, el control se realiza a través del procesador 60. El gas del cilindro de gas de calibración 12 fluye por los sensores de gas 18a, 18b, 18c, y una vez que la bomba 24 se ha estabilizado, el procesador 60 registra una segunda salida de sensor en forma de una segunda medición de voltaje X2 para cada sensor de gas.

La medición de voltaje X2 se mide por el voltímetro conectado a cada uno de los sensores 18a, 18b, 18c.

Una vez que se han registrado la primera y la segunda medición de voltaje X1, X2, la fase de calibración está completa, y el procesador 60 ordena a la primera y segunda electroválvulas 20, 22 conmutar el suministro de gas de la atmósfera A y el cilindro de gas de calibración 12 a los sensores de gas para suministrar el gas de muestra desde el circuito de ventilación V.

El procesador 60 utiliza la primera medición de voltaje X1 que corresponde a la concentración de gas Y1 conocida de la atmósfera ($\text{NO} = 0 \%$, $\text{NO}_2 = 0 \%$ y $\text{O}_2 = 20,9 \%$), y la segunda medición de voltaje X2 que corresponde a la concentración Y2 conocida del gas de calibración 12 ($\text{NO} = A \%$, $\text{NO}_2 = B \%$ y $\text{O}_2 = 0 \%$), y resuelve la Ecuación (1) a continuación para una respuesta del sensor de primer orden.

$$Y = mX + n \quad (1)$$

dónde:

Y es la concentración de gas,

X es la salida de sensor, y

m y n son parámetros que definen el coeficiente del sensor.

20

Los coeficientes del sensor m y n se determinan para cada sensor 18a, 18b, 18c resolviendo la Ecuación (1) anterior utilizando la primera y la segunda medición de voltaje X1, X2 que corresponden a las concentraciones de gas Y1, Y2 conocidas, respectivamente.

25

Para el sensor 18a que mide la concentración de O_2 , Y1 de la atmósfera es 21,9 % e Y2 del gas de calibración es 0 %.

30

Para el sensor 18b que mide la concentración de NO_2 , Y1 de la atmósfera es 0 % e Y2 del gas de calibración es A %.

Para el sensor 18c que mide la concentración de NO, Y1 de la atmósfera es 0 % e Y2 del gas de calibración es B %.

Después se establece una relación entre la salida de sensor X y la concentración de

gas Y para cada uno de los sensores 18a, 18b, 18c, que se puede usar para determinar una concentración de gas desconocida para O₂, NO₂ y NO cuando se suministra gas a los sensores 18a, 18b, 18c del conducto de muestreo 14 como se describirá a continuación. En esta realización, los gases de referencia son la atmósfera y el cilindro de gas de calibración 12. Alternativamente, los gases de referencia podrían comprender dos cilindros de gas de calibración, sin la necesidad de utilizar la atmósfera para fines de calibración. Sin embargo, la ventaja de usar la atmósfera como uno de los gases de referencia, en primer lugar, consiste en que la concentración del gas es sustancialmente constante y conocida, y en segundo lugar, reduce la dependencia de gases de calibración más costosos.

En la realización anterior, la Ecuación (1) que define la relación entre el voltaje medido y la salida de sensor es una respuesta de primer orden. El orden de la respuesta se conoce ya sea según las especificaciones del fabricante del sensor, a partir de un estudio anterior del sensor durante la fase de diseño, o se puede determinar mediante el trazado de la salida de sensor para gases de diferentes concentraciones utilizando el dispositivo de la presente invención, con la curva de esa gráfica indicando el orden de la respuesta.

En realizaciones alternativas que utilizan sensores diferentes, la respuesta puede no ser de primer orden, y podría, por ejemplo, ser una relación de segundo orden, en cuyo caso se usaría la Ecuación (2) a continuación.

$$Y = pX^2 + mX + n \quad (2)$$

dónde:

Y es la concentración de gas,

X es la salida de sensor, y

p, m y n son parámetros que definen el coeficiente del sensor.

Se apreciará que, para una respuesta de segundo orden, se requerirán tres salidas de sensor y las correspondientes concentraciones de gas de referencia conocidas para resolver la Ecuación (2) y determinar el coeficiente del sensor para cada sensor de gas, es decir, el número de concentraciones de gas de referencia conocidas es uno más que el orden de la respuesta. Si la respuesta del sensor es de segundo orden, entonces es posible alterar la disposición neumática de los conductos de modo que los gases atmosféricos y de calibración puedan mezclarse, por ejemplo, el 50 % del

ambiente y el 50 % del gas de calibración, como a diferencia del 100 % de la atmósfera y el 100 % del gas de calibración descrito en las figuras 1 a 5, anulando así la necesidad de dos cilindros de gas de calibración separados y el gasto asociado.

- 5 Se entenderá que el dispositivo de medición de gas 50 anterior y el método relacionado permiten la calibración automática de los sensores de gas para determinar el coeficiente del sensor y, por lo tanto, la relación entre la salida de sensor y las concentraciones de gas basadas en los gases de referencia conocidos. El período de tiempo en el que se realiza la calibración automática se puede programar en el
- 10 procesador 60, por ejemplo, diariamente o cada semana, según las condiciones de operación del ambiente, en respuesta directa a las condiciones de operación cambiantes o la frecuencia de uso de los sensores.

- Una vez calibrado, y en la trayectoria neumática mostrada en la figura 2, el dispositivo
- 15 de medición de la concentración de gas 50 se puede usar para calcular la concentración desconocida del gas de muestra del circuito de ventilación V utilizando la medición del voltaje del gas de muestra y el coeficiente de sensor determinado. Se utiliza un procedimiento conocido de PID (proporcional, integral, derivativo) para garantizar que el caudal y la presión del gas de muestra sean estables y que las
- 20 condiciones de caudal y presión sean las mismas para la fase de calibración y cuando se mide la concentración del gas de muestra.

- Además, el dispositivo de medición de gas 50 se puede programar de manera que, a intervalos de tiempo periódicos durante la fase de monitorización de gas, por ejemplo,
- 25 cada dos días, la primera electroválvula 20 conmuta el suministro de gas de la monitorización normal del conducto de muestreo 16 (figura 2) a un gas de referencia, por ejemplo, el gas atmosférico, para verificar si los sensores de gas requieren recalibración y se debe determinar un nuevo coeficiente del sensor. Más específicamente, los sensores de gas se verifican para ver si la salida de sensor de un
- 30 gas de referencia conocido corresponde al gas de referencia conocido. En esta realización, el gas de referencia es el gas atmosférico, y la concentración del gas atmosférico se determina en función de los coeficientes del sensor determinados anteriormente durante la fase de calibración y la salida de sensor medida. La concentración de gas determinada del gas atmosférico se compara después con la
- 35 concentración de gas atmosférico conocida para determinar una diferencia de

concentración de gas atmosférico medida, y si la diferencia está por debajo de un umbral predeterminado aceptable, por ejemplo el 1 % de la concentración de gas atmosférico conocida, el coeficiente del sensor se considera que define con precisión la relación entre la salida de sensor y la concentración de gas. Siendo ese el caso, el suministro de gas a los sensores 18a, 18b, 18c se conmuta del gas atmosférico al gas de muestra utilizando la primera electroválvula 20, y el suministro del gas de muestra se monitoriza mediante los sensores de gas.

Sin embargo, si la diferencia de concentración de gas medida está por encima del umbral predeterminado aceptable, entonces se determina un nuevo coeficiente del sensor en función del proceso de calibración descrito anteriormente. Una vez que se determina el nuevo coeficiente del sensor, el suministro de gas a los sensores 18a, 18b, 18c se conmuta del gas atmosférico al gas de muestra utilizando la primera electroválvula 20, y después el suministro del gas de muestra se monitoriza por los sensores de gas determinándose la concentración de gas en función del nuevo coeficiente del sensor y la salida de sensor.

Como una alternativa o adición a la verificación de la calibración de los coeficientes del sensor en un intervalo de tiempo fijo mediante el uso de un gas de referencia, los sensores de gas pueden simplemente recalibrarse a un intervalo de tiempo fijo (igual o diferente al intervalo de tiempo utilizado en el proceso de verificación descrito anteriormente). Se entenderá que el proceso de verificación evita una calibración innecesaria si no se requiere, sin embargo, puede haber circunstancias en las que los sensores de gas requieran una calibración automática sin la necesidad de una fase de verificación adicional, por ejemplo, si existe un cierto grado de certeza de que el coeficiente del sensor habrá cambiado.

Como una alternativa o adición a la verificación de la calibración de los coeficientes del sensor en un intervalo de tiempo fijo y/o la recalibración de los sensores de gas a un intervalo de tiempo fijo, los sensores de gas pueden recalibrarse en respuesta a un cambio en las condiciones ambientales que podrían impactar en la precisión de los sensores de gas, por ejemplo, un cambio en la temperatura o la presión, o algún otro accionador, como después de que el sensor de gas se haya movido o se haya vuelto a ensamblar después del mantenimiento.

Por lo tanto, se apreciará que el dispositivo de medición 50 de la presente invención no solo permite la calibración automática de los sensores de gas, sino que también permite que la calibración se verifique durante la monitorización normal del gas para determinar si la calibración es correcta y, si no, realizar una recalibración.

REIVINDICACIONES

1. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas que puede funcionar para producir una salida de sensor que representa una
5 concentración de gas, que comprende las etapas siguientes:
 - suministrar un primer gas de referencia que tiene una primera concentración de gas de referencia conocida al sensor de concentración de gas 18,
 - medir una primera salida de sensor del sensor de concentración de gas 18,
 - suministrar un segundo gas de referencia que tiene una segunda
10 concentración de gas de referencia conocida al sensor de concentración de gas 18,
 - medir una segunda salida de sensor del sensor de concentración de gas 18, y
 - determinar un coeficiente del sensor que define la relación entre la concentración de gas y la salida de sensor 18 en función de la primera y
15 segunda concentraciones de gas de referencia conocidas y las salidas del primer y segundo sensor 18.
2. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas según la reivindicación 1 en el que las etapas de calibración se llevan a cabo en un
20 intervalo de tiempo fijo y/o si el coeficiente del sensor no representa con precisión la concentración de gas.
3. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas según la reivindicación 2, en el que la etapa de determinar si el coeficiente del sensor
25 no representa con precisión la concentración de gas comprende la etapa de determinar si el coeficiente del sensor representa con precisión la concentración de gas.
4. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas
30 según la reivindicación 3, en el que la etapa de determinar si el coeficiente del sensor 18 representa con precisión la concentración de gas comprende las etapas siguientes:
 - suministrar periódicamente uno de los primeros o segundos gases de referencia de concentración conocida al sensor de concentración de gas 18,
 - medir una primera o una segunda salida de sensor,
 - 35 - determinar una concentración de gas medida del gas de referencia en función

de la primera o la segunda salida de sensor,

- calcular la diferencia entre la concentración de gas medida del primer o segundo gas de referencia y la primera o segunda concentración de gas de referencia conocida para determinar una diferencia de concentración de gas de referencia medida, y

- comparar la diferencia de concentración de gas de referencia medida con un umbral de precisión predeterminado.

5. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas según la reivindicación 4, que comprende además la etapa siguiente,

- si la diferencia de concentración de gas medida es inferior o igual al umbral predeterminado, utilizar el coeficiente del sensor para determinar una concentración de gas desconocida de un gas de muestra basado en la salida de sensor de gas de muestra y el coeficiente del sensor, o

- si la diferencia de concentración de gas medida está por encima del umbral predeterminado, se recalibra el sensor de concentración de gas para determinar un nuevo coeficiente de sensor, y se utiliza el nuevo coeficiente de sensor para determinar una concentración de gas desconocida de un gas de muestra basado en la salida de sensor de gas de muestra y el coeficiente del sensor.

6. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que la etapa de determinar si el coeficiente del sensor representa con precisión la concentración de gas ocurre periódicamente en un intervalo de tiempo fijo.

7. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que el intervalo de tiempo fijo es de entre un día y treinta días.

8. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, en el que la etapa de determinar si el coeficiente del sensor representa con precisión la concentración de gas comprende la monitorización de un cambio en las condiciones ambientales.

9. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas según la reivindicación 8, en el que las condiciones ambientales incluyen una o más temperaturas y presiones.

5 10. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas según cualquier reivindicación anterior, en el cual la etapa de definir la relación entre la concentración de gas y la salida de sensor se determina según un orden de la ecuación que define la relación entre la concentración de gas y la salida de sensor.

10 11. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas según la reivindicación 10, en el que el orden de la ecuación que define la relación entre la concentración de gas y la salida de sensor se determina midiendo una pluralidad de salidas de sensor para diferentes concentraciones de gas.

15 12. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas según la reivindicación 11 o 12, en el cual, para una respuesta del sensor de primer orden, el coeficiente del sensor se determina al resolver la ecuación:

$$Y = mX + n$$

dónde:

20 Y es la concentración de gas,

X es la salida de sensor, y

m y n son parámetros que definen el coeficiente del sensor, para al menos dos concentraciones de gas.

25 13. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas según la reivindicación 11 o 12, en el que, para una segunda respuesta del sensor de orden, el coeficiente del sensor se determina al resolver la ecuación:

$$Y = pX^2 + mX + n$$

dónde:

30 Y es la concentración de gas,

X es la salida de sensor, y

p, m y n son parámetros que definen el coeficiente del sensor para al menos tres concentraciones de gas.

14. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas según cualquier reivindicación anterior, en el que uno del primer o segundo gas de referencia conocido es la atmósfera.
- 5 15. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas según cualquier reivindicación anterior, en el que uno del primer o segundo gas de referencia conocido es un gas de calibración.
- 10 16. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas según cualquier reivindicación anterior en el que el sensor de gas 18 es un sensor electroquímico y la salida de sensor es un voltaje o una corriente.
- 15 17. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas según cualquier reivindicación anterior en el que el sensor de gas 18 es una pluralidad de sensores de gas.
- 20 18. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas según la reivindicación 17 en el que la pluralidad de sensores de gas comprende un primer sensor de gas que puede funcionar para producir una salida de sensor que representa la concentración de gas del primer gas de referencia y un segundo sensor de gas que puede funcionar para producir una salida de sensor que represente la concentración de gas del segundo gas de referencia.
- 25 19. Un método para calibrar automáticamente un sensor de concentración de gas según la reivindicación 18, en el que la pluralidad de sensores de gas comprende además un tercer sensor de gas que puede funcionar para producir una salida de sensor que representa la concentración de gas de un gas de muestra de concentración de gas desconocida.
- 30 20. Un método de monitorización de una concentración de gas, que comprende las etapas siguientes:
- suministrar un gas de muestra de concentración de gas desconocida a un sensor de gas 18 que puede funcionar para producir una salida de sensor,
 - medir una salida de sensor de gas de muestra asociada con la concentración
- 35 de gas desconocida,

- determinar la concentración de gas del gas de muestra suministrado en función de la salida de sensor de gas de muestra y un coeficiente de sensor inicial del sensor de gas,
 - desconectar, periódicamente, el suministro del gas de muestra al sensor de gas, suministrando un gas de calibración con una concentración de gas de referencia conocida al sensor de gas 18, midiendo una salida de sensor de gas de referencia asociada con la concentración de gas de referencia,
 - determinar la concentración de gas del gas de referencia en función de la salida de sensor de gas de referencia y del coeficiente de sensor inicial,
 - comparar la concentración de gas determinada del gas de referencia con la concentración de gas de referencia conocida para determinar una diferencia de concentración de gas de referencia medida, y
 - si la diferencia de concentración de gas medida está por debajo de un umbral predeterminado, entonces desconectar el suministro del gas de referencia, desconectar el suministro del gas de muestra al sensor de gas 18 y determinar la concentración de gas del gas de muestra en función de la salida de sensor de gas de muestra y el coeficiente del sensor inicial, o
 - si la diferencia de concentración de gas medida está por encima de un umbral predeterminado, determinar un nuevo coeficiente del sensor, después desconectar el suministro del gas de referencia, conectar el suministro del gas de muestra al sensor de gas 18 y determinar la concentración de gas del gas de muestra en función de la salida de sensor de gas de muestra y el nuevo coeficiente del sensor.
21. Un método de monitorización de una concentración de gas según la reivindicación 20, en el que la etapa de desconectar periódicamente el suministro del gas de muestra y el suministro del gas de referencia al sensor de gas es automática.
22. Un método de monitorización de una concentración de gas según la reivindicación 21, en el que la desconexión del suministro del gas de muestra y el suministro del gas de referencia al sensor de gas se produce en un intervalo de tiempo fijo.
23. Un método de monitorización de una concentración de gas según la reivindicación 22, en el que el intervalo de tiempo fijo es de entre un día y treinta días.

24. Un método de monitorización de una concentración de gas según la reivindicación 23, en el que la etapa de desconectar periódicamente el suministro del gas de muestra y el suministro del gas de referencia de al menos un sensor se desencadena por un cambio en las condiciones ambientales.

25. Un método de monitorización de una concentración de gas según la reivindicación 24, en el que las condiciones ambientales incluyen uno o más de temperatura y presión.

26. Un método de monitorización de una concentración de gas según una cualquiera de las reivindicaciones 20 a 25, en el que el coeficiente de sensor inicial y/o nuevo se determina utilizando el método de calibración de un sensor de concentración de gas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19.

27. Un dispositivo de calibración de concentración de gas 50 automático que comprende un primer conducto de referencia 13 que se puede conectar operativamente a un primer gas de referencia de concentración de gas conocida, y un segundo conducto de referencia 16 que se puede conectar operativamente a un segundo gas de referencia de concentración de gas conocida, un procesador 60 que puede funcionar para medir una primera salida de sensor de un primer gas de referencia conocido suministrado al sensor de concentración de gas 18, medir una segunda salida de sensor de un segundo gas de referencia conocido suministrado al sensor de concentración de gas 18, y determinar un coeficiente de sensor que define la relación entre la concentración de gas y la salida de sensor que se basa en la primera y segunda concentraciones de gas de referencia conocidas y la primera y segunda salidas del sensor, y un conjunto de válvula que puede funcionar para conmutar automáticamente el suministro de gas al sensor de gas 18 entre el primer y segundo gases de referencia para permitir la salida de sensor que se medirá para el primer y segundo gases de referencia.

28. Un dispositivo de calibración de concentración de gas 50 automático según la reivindicación 27, que comprende además un conducto de muestreo que se puede conectar operativamente a un gas de muestra de concentración de gas desconocido, en el que el conjunto de válvula puede funcionar además para conmutar

automáticamente el suministro de gas al sensor de gas 18 entre el gas de muestra y uno del primer o segundo gas de referencia al sensor de concentración de gas 18, pudiendo el procesador 60 funcionar además para determinar la concentración de gas del gas de muestra en función de la salida de sensor producida cuando el gas de muestra pasa a través del sensor de concentración de gas 18, y el coeficiente del sensor.

29. Un dispositivo de calibración de concentración de gas 50 automático según la reivindicación 28, en el que el conjunto de válvula comprende una primera válvula 20 y una segunda válvula 22, pudiendo la primera válvula 20 funcionar para conmutar automáticamente el suministro de gas entre el primer gas de referencia y el gas de muestra, y la segunda válvula 22 puede funcionar para conmutar automáticamente el suministro de gas entre el segundo gas de referencia y el primer gas de referencia o el gas de muestra.

30. Un dispositivo de calibración de concentración de gas 50 automático según la reivindicación 28 o 29, en el que el procesador 60 puede funcionar para conmutar periódicamente un suministro de gas al sensor de gas 18 entre el gas de muestra de concentración de gas desconocido y uno de los primeros o segundos gases de referencia de concentración conocida para determinar si el coeficiente del sensor representa con precisión la concentración de gas.

31. Un dispositivo de calibración de concentración de gas 50 automático según una cualquiera de las reivindicaciones 27 a 30, en el que las etapas de calibración se llevan a cabo en un intervalo de tiempo fijo y/o si el coeficiente del sensor no representa con precisión la concentración de gas.

32. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26 o un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 27 a 31, en el que el gas es un gas para el tratamiento de pacientes.

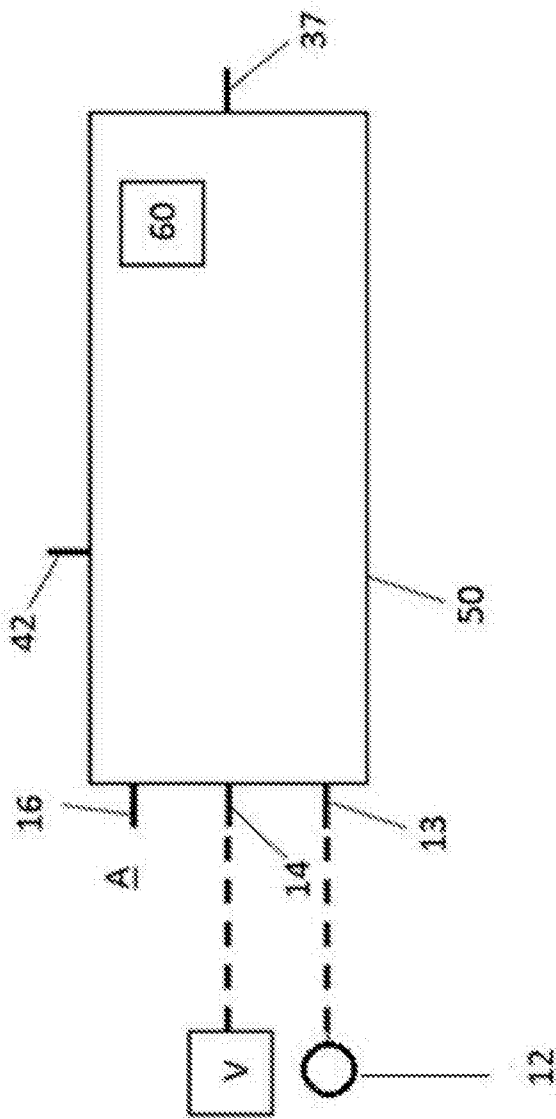


Figura 1

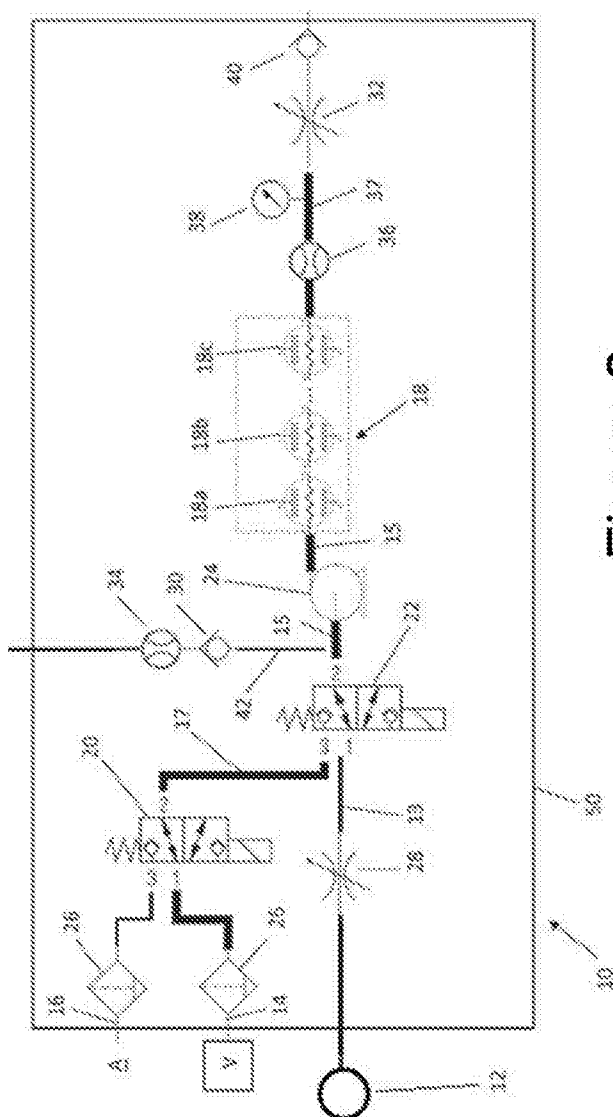


Figura 2

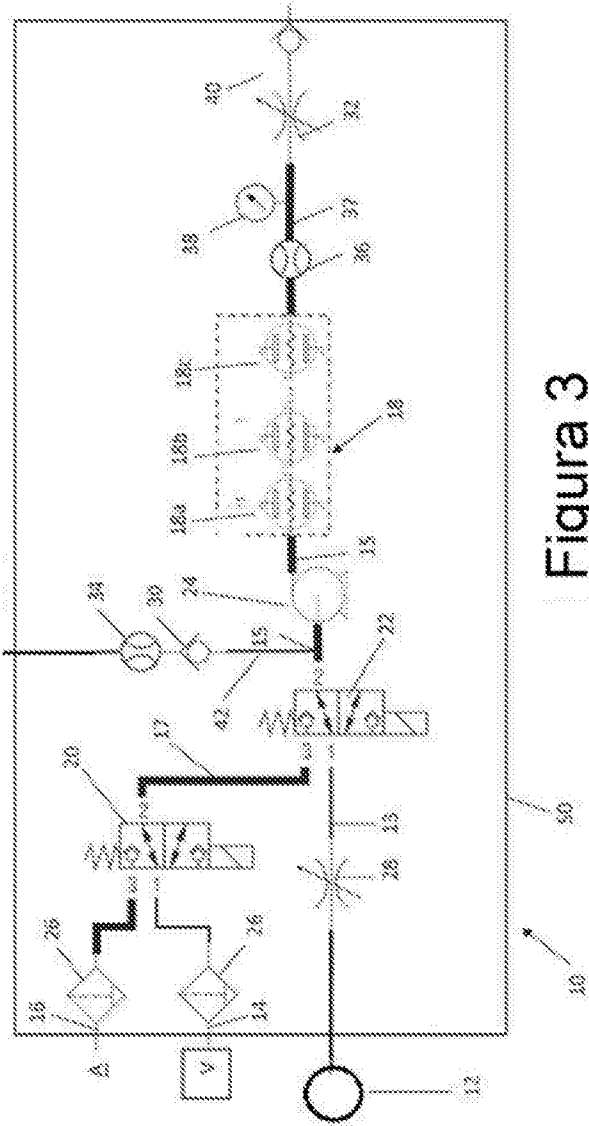


Figura 3

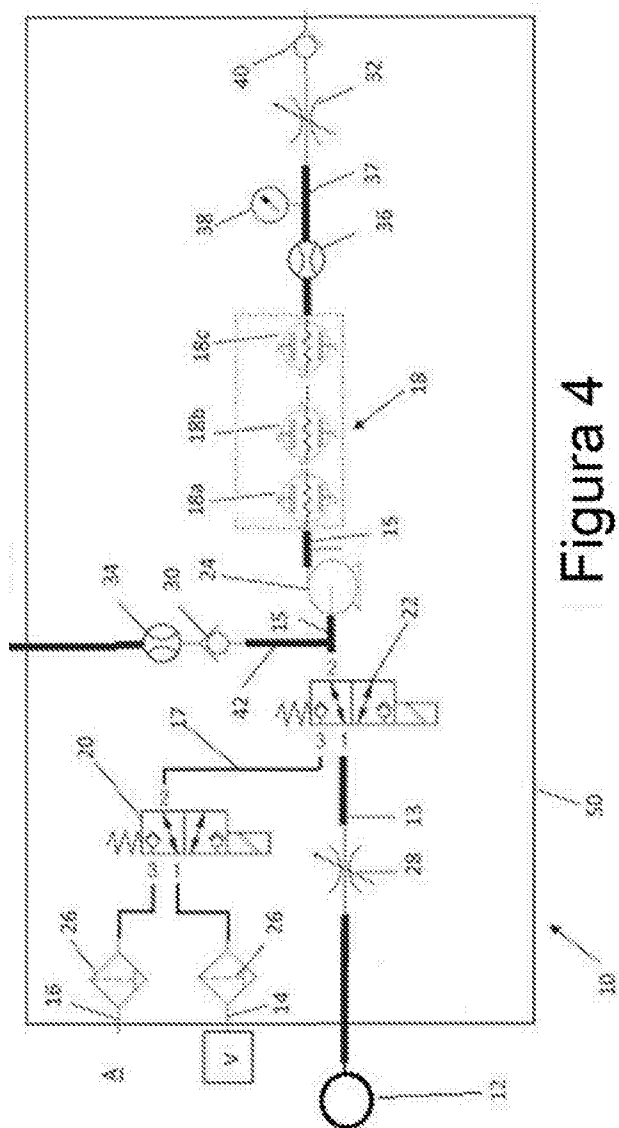


Figura 4

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°

PCT/ES2019/070482

A. CLASIFICACION DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

INV. G01N33/00

ADD. A61M16/10

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01N A61M

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados) EP0-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
X	US 2011/120206 A1 (TROUGHTON GAVIN [GB] ET AL) 26 Mayo 2011 (2011-05-26) resumen; figura 2 párrafos [0001], [0002], [0008], [0009]	1-19, 27-32
X	US 5 329 804 A (GERMANY CHERYL D [US] ET AL) 19 Julio 1994 (1994-07-19) resumen; figuras 6-9	1-19, 27-32

☒ En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos

☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

* Categorías especiales de documentos citados:	"T"	documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.		
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.		
"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	"X"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.	"Y"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.		
	"&"	documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.

4 Marzo 2020

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional

23/06/2020

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

N° de fax

Funcionario autorizado

Steinmetz, Johannes

N° de teléfono

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°

PCT/ES2019/070482

C (continuación).

DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
A	Greg Shires: "Q & A: on Calibration & Bump/Response Testing of Gas Detection Instruments", 1 Diciembre 2017 (2017-12-01), XP055673605, Recuperado de Internet: URL:https://www.cacgas.com.au/blog/q-a-on-calibration-bump/response-testing-of-gas-detection-instruments [recuperado en 2020-03-04] página 2	4-6
A	----- JOHN T. EVANS ET AL: "Automated Calibration of Electrochemical Oxygen Sensors for Use in Compost Bedded Pack Barns", TRANSACTIONS OF THE ASABE, vol. 60, no. 3, 2017, páginas 957-962, XP055673706, DOI: 10.13031/trans.12099 resumen; figuras 1,4 página 958 -----	10-19

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°

PCT/ES2019/070482

Recuadro II Observaciones cuando se estime que algunas reivindicaciones no pueden ser objeto de búsqueda (continuación del punto 2 de la primera hoja)

Este informe de búsqueda internacional no se ha realizado en relación a ciertas reivindicaciones según el Artículo 17.2)a) por los siguientes motivos:

1. ☐ Las reivindicaciones N°s:
se refieren a un objeto con respecto al cual esta Administración no está obligada a proceder a la búsqueda, a saber:
2. ☐ Las reivindicaciones N°s:
se refieren a elementos de la solicitud internacional que no cumplen con los requisitos establecidos, de tal modo que no pueda efectuarse una búsqueda provechosa, concretamente:
3. ☐ Las reivindicaciones N°s:
son reivindicaciones dependientes y no están redactadas de conformidad con los párrafos segundo y tercero de la Regla 6.4.a).

Recuadro III Observaciones cuando falta unidad de invención (continuación del punto 3 de la primera hoja)

La Administración encargada de la búsqueda internacional ha detectado varias invenciones en la presente solicitud internacional, a saber:

ver hoja adicional

1. ☐ Dado que todas las tasas adicionales requeridas han sido satisfechas por el solicitante dentro del plazo, el presente informe de búsqueda de tipo internacional comprende todas las reivindicaciones que pueden ser objeto de búsqueda.
2. ☐ Dado que todas las reivindicaciones que pueden ser objeto de búsqueda podrían serlo sin realizar un esfuerzo que justifique tasas adicionales, esta Administración no requirió el pago de tasas adicionales.
3. ☐ Dado que tan sólo una parte de las tasas adicionales requeridas ha sido satisfecha dentro del plazo por el solicitante, el presente informe de búsqueda de tipo internacional comprende solamente aquellas reivindicaciones respecto de las cuales han sido satisfechas las tasas, concretamente las reivindicaciones N°s:
4. ☒ Ninguna de las tasas adicionales requeridas ha sido satisfecha por el solicitante dentro de plazo. En consecuencia, el presente informe de búsqueda de tipo internacional se limita a la invención mencionada en primer término en las reivindicaciones, cubierta por las reivindicaciones N°s:

1-19, 27-32

Indicación en cuanto a la protesta

- ☐ Se acompañó a las tasas adicionales la protesta del solicitante y, en su caso, el pago de una tasa de protesta.
- ☐ Se acompañó a las tasas adicionales la protesta del solicitante, pero la tasa de protesta aplicable no se pagó en el plazo establecido en el requerimiento.
- ☐ El pago de las tasas adicionales no ha sido acompañado de ninguna protesta.

La Administración encargada de la búsqueda internacional ha detectado varias invenciones o grupos de invenciones en la presente solicitud internacional, a saber:

1. Reivindicaciones: 1-19, 27-32

Calibración con dos gases de referencia.

2. Reivindicaciones: 20-26

Verificación periódica del funcionamiento durante las mediciones.

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional N°

PCT/ES2019/070482

US 2011120206	A1	26-05-2011	DK	2254460	T3	18-07-2016
			EP	2254460	A2	01-12-2010
			GB	2457660	A	26-08-2009
			JP	2011512218	A	21-04-2011
			US	2011120206	A1	26-05-2011
			WO	2009104016	A2	27-08-2009

US 5329804	A	19-07-1994	AU	5353994	A	09-05-1994
			US	5329804	A	19-07-1994
			WO	9409361	A1	28-04-1994

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/ES2019/070482

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01N33/00

ADD. A61M16/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N A61M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011/120206 A1 (TROUGHTON GAVIN [GB] ET AL) 26 May 2011 (2011-05-26) abstract; figure 2 paragraphs [0001], [0002], [0008], [0009]	1-19, 27-32
X	US 5 329 804 A (GERMANY CHERYL D [US] ET AL) 19 July 1994 (1994-07-19) abstract; figures 6-9 ----- -/--	1-19, 27-32



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 March 2020

Date of mailing of the international search report

23/06/2020

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Steinmetz, Johannes

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/ES2019/070482

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Greg Shires: "Q & A: on Calibration & Bump/Response Testing of Gas Detection Instruments", 1 December 2017 (2017-12-01), XP055673605, Retrieved from the Internet: URL:https://www.cacgas.com.au/blog/q-a-on-calibration-bump/response-testing-of-gas-detection-instruments [retrieved on 2020-03-04] page 2 -----	4-6
A	JOHN T. EVANS ET AL: "Automated Calibration of Electrochemical Oxygen Sensors for Use in Compost Bedded Pack Barns", TRANSACTIONS OF THE ASABE, vol. 60, no. 3, 2017, pages 957-962, XP055673706, DOI: 10.13031/trans.12099 abstract; figures 1,4 page 958 -----	10-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/ES2019/070482

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-19, 27-32

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-19, 27-32

Calibration with two reference gases

2. claims: 20-26

Periodic function check during measurements

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/ES2019/070482

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011120206	A1	26-05-2011	DK 2254460 T3 18-07-2016
			EP 2254460 A2 01-12-2010
			GB 2457660 A 26-08-2009
			JP 2011512218 A 21-04-2011
			US 2011120206 A1 26-05-2011
			WO 2009104016 A2 27-08-2009

US 5329804	A	19-07-1994	AU 5353994 A 09-05-1994
			US 5329804 A 19-07-1994
			WO 9409361 A1 28-04-1994
