

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 977 232**

51 Int. Cl.:

F17C 13/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2020** **E 20152779 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2024** **EP 3699478**

54 Título: **Dispositivo, instalación y procedimiento para suministrar gas**

30 Prioridad:

19.02.2019 FR 1901644

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

20.08.2024

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR
L'ETUDE ETL'EXPLOITATION DES PROCEDES
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75, Quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**AMMOURI, FOUAD y
BONNETIER, STÉPHANE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 977 232 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo, instalación y procedimiento para suministrar gas

La invención se refiere a un dispositivo, una instalación y un procedimiento para suministrar gas.

5 La invención se refiere más particularmente a un dispositivo de suministro de gas que comprende una central de inversión, comprendiendo la central de inversión dos entradas para conectarse, respectivamente, a dos fuentes distintas de gas presurizado y una salida para conectarse a una unidad de usuario, comprendiendo la central de inversión un mecanismo de conmutación automática y/o manual que permite cambiar la alimentación de gas a la unidad de usuario desde una fuente u otra fuente para garantizar la continuidad de la alimentación, comprendiendo el dispositivo un sensor de presión que mide la presión del gas en la salida y/o en al menos una entrada de la central de inversión.

10 Una central de inversión de bloques de bombonas de gas está compuesta por un sistema de cambio manual y/o automático. Este sistema bien conocido permite pasar la alimentación de gas de una central desde una primera bombona o desde un primer bloque de bombonas a una segunda bombona o un segundo bloque de bombonas cuando el nivel de presión del primer bloque durante el uso cae por debajo de un cierto umbral de seguridad. La función de la central de inversión es garantizar una alimentación continua de gas durante un cambio de bloque o bombona(s).

15 La central de inversión suele estar equipada con un regulador que permite reducir la presión del gas en las bombonas fuente al nivel de presión necesario para el uso final.

20 Un sensor de presión alimentado por cables o un manómetro a menudo se instala aguas arriba del regulador (aguas abajo de la salida de la central de inversión) para controlar la presión restante en la fuente de gas y así saber si se debe cambiar de una fuente de gas a otra.

Esta presión medida está sujeta a variaciones en la temperatura ambiente. De hecho, cuanto más aumenta la temperatura ambiente, más tiende a aumentar la presión en las bombonas fuente no usadas (y viceversa cuando la temperatura descende). El impacto de las variaciones en la temperatura ambiente introduce errores significativos en la estimación de la masa de gas que permanece en la fuente de gas y también en las variaciones de presión.

25 La detección de fugas en una tubería alimentada por una potencia de gas presurizado a menudo se lleva a cabo con uno o más detectores externos instalados a lo largo de la tubería. Por lo tanto, este sistema requiere la instalación de un detector de gas a intervalos regulares. Para una tubería de gas de varias decenas de metros de longitud, esto representa un coste significativo y requiere un control regular para calibrar los detectores a fin de garantizar su confiabilidad a lo largo del tiempo.

30 En el documento US6581623 se describe un dispositivo según el preámbulo de la reivindicación 1.

Un objetivo de la presente invención es superar la totalidad o parte de las desventajas de la técnica anterior indicadas anteriormente.

35 Para este propósito, el dispositivo según la invención, que también está de acuerdo con la definición genérica dada en el preámbulo anterior, se define en la reivindicación 1, comprendiendo el dispositivo un sensor de temperatura ambiente y una unidad electrónica de almacenamiento y procesamiento de datos, recibiendo la unidad electrónica de almacenamiento y procesamiento de datos la medición del sensor de temperatura ambiente y la medición del sensor de presión y estando configurada para calcular, sobre la base de estas mediciones de presión y temperatura ambiente, la variación de presión de gas corregida, que no se debe a la variación de temperatura ambiente.

Es más, las realizaciones de la invención pueden comprender una o más de las siguientes características:

- 40
- el dispositivo comprende un sensor de detección de consumo de gas proporcionado por el dispositivo de suministro de gas, recibiendo la unidad electrónica de almacenamiento y procesamiento de datos la señal de este sensor de detección de consumo de gas y estando configurada para detectar una fuga y generar una señal de alerta en respuesta cuando la variación de presión de gas calculada corregida supera la variación de presión real correspondiente a la señal del sensor de detección de consumo de gas proporcionada,

45

 - la unidad electrónica de almacenamiento y procesamiento de datos está configurada para detectar una fuga y generar una señal de alerta en respuesta cuando el sensor de detección de consumo no detecta el consumo de gas proporcionado por el dispositivo mientras que la variación de presión de gas corregida calculada corresponde a una disminución de la presión,

50

 - el dispositivo comprende un regulador de presión dispuesto en la salida de la central de inversión y configurado para reducir la presión proporcionada a una unidad de usuario a un valor determinado.

La invención también se refiere a una instalación para suministrar gas a una unidad de usuario que comprende un dispositivo para suministrar gas de acuerdo con cualquiera de las características anteriores o siguientes y dos fuentes de gas a presión conectadas, respectivamente, a las dos entradas de la central de inversión.

5 La invención también se refiere a un procedimiento para suministrar gas a una unidad de usuario por medio de un circuito que incluye una central de inversión conectada a dos fuentes distintas de gas presurizado, comprendiendo la central de inversión un mecanismo de conmutación automático y/o manual que permite cambiar la alimentación de gas de la unidad de usuario desde una fuente o desde la otra fuente para garantizar la continuidad de la alimentación, comprendiendo el procedimiento una etapa de medición de la presión del gas en el circuito, especialmente entre la central de inversión y la unidad de usuario, una etapa de medición de la temperatura ambiente, una etapa de cálculo de la presión corregida del gas en el circuito a partir de los valores de presión medidos y la temperatura ambiente, para determinar las variaciones de presión solo debidas a una transferencia de gas desde una fuente a la unidad de usuario.

Según otras posibles particularidades:

- 15 – el procedimiento comprende una etapa de detección de un suministro de gas a una unidad de usuario a través del circuito y, cuando la presión corregida calculada disminuye y no se detecta ninguna alimentación de gas a una unidad de usuario, una etapa de generación de una señal de alerta,
- la temperatura del gas en el circuito y, especialmente, en las fuentes se aproxima mediante el valor del promedio móvil de la temperatura ambiente medida durante un periodo igual a tres veces el tiempo total característico del intercambio de calor entre el medio ambiente y el gas de la fuente,
- 20 – la variación corregida de la presión del gas se calcula calculando la presión P (en Pa) a partir de la ecuación [Mat. 1] de los gases reales $PV = n.R.Z.T$, en la que V es el volumen del gas (en m^3), n el número de moles de gas, R la constante del gas ideal (unidades en $J.K^{-1}.mol^{-1}$), Z el factor de compresibilidad del gas en cuestión (adimensional según la naturaleza del gas, la temperatura y la presión del gas), T la temperatura del gas (en K) y, en ese caso, la temperatura T del gas aproximado como un promedio móvil a partir de la temperatura ambiente medida durante un periodo determinado comprendido entre una hora y cinco horas, y especialmente tres horas,
- 25 – la presión corregida (P_c) del gas en el circuito se calcula en forma de una función polinómica a la temperatura T del gas (en grados K) y cuyos coeficientes son polinomios a la presión medida (P en bar abs.),
- la presión corregida (P_c) del gas en el circuito se calcula en forma de una función polinómica de orden 2 a la temperatura T del gas (en grados K) y cuyos coeficientes son polinomios de orden 3 a la presión medida (P en bar abs.) [Mat. 8]: $P_c = [A.P^3+B.P^2+C.P+D].T^2 + [E.P^3+F.P^2+G.P+H].T + [I.P^3+J.P^2+K.P+L]$,

en que los coeficientes A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K y L son coeficientes reales obtenidos mediante el suavizado polinomial de la función que implica el coeficiente de compresibilidad del gas.

La invención puede referirse igualmente a cualquier dispositivo o procedimiento alternativo que comprenda cualquier combinación de las características anteriores o siguientes dentro del bloque de las reivindicaciones.

35 Otras particularidades y ventajas aparecerán al leer la siguiente descripción, hecha con referencia a la figura 1, que representa esquemática y parcialmente un ejemplo de la estructura y el funcionamiento de la invención.

La instalación de suministro de gas ilustrada en la figura 1 comprende dos bloques 4, 5 de bombonas de gas presurizado conectadas, respectivamente, a dos entradas de una central 2 de inversión. Como se ilustra, en la salida de la central 2 de inversión, el circuito puede comprender un regulador 10 de presión para controlar la presión suministrada al usuario 3 a un valor determinado. La instalación comprende un sensor 6 de presión que mide la presión en el circuito antes de la expansión.

La instalación 1 también comprende un sensor 7 de temperatura ambiente, por ejemplo, que mide la temperatura alrededor del bloque de las fuentes 4, 5.

45 La instalación comprende (local o remotamente) una unidad 8 electrónica de almacenamiento y procesamiento de datos. Esta unidad 8 electrónica comprende, por ejemplo, un microprocesador, un ordenador, una tarjeta electrónica y/o cualquier otro dispositivo apropiado. Esta unidad 8 electrónica de almacenamiento y procesamiento de datos está configurada (conectada) para recibir la medición del sensor 7 de temperatura ambiente y la medición del sensor 6 de presión. Asimismo, esta unidad 8 electrónica está configurada (programada o gestionada en especial) para calcular, sobre la base de estas mediciones, la variación corregida de la presión del gas que no se debe a la variación de la temperatura ambiente.

Por ejemplo, esta unidad 8 electrónica está conectada a la medición de la presión, a la medición de la temperatura ambiente y recibe información o una señal representativa del uso o no de la instalación (suministro de gas o no).

Como se ilustra, y sin que esto sea limitativo, la unidad 8 electrónica puede estar ubicada físicamente al nivel del sensor 6 de presión. Las señales de los sensores se pueden transmitir de forma inalámbrica o no inalámbrica (señal Bluetooth o Internet de las cosas, por ejemplo).

5 Así, el dispositivo permite la detección de una fuga de gas en el circuito (en especial, en una tubería aguas abajo de la central 2 de inversión) basándose en el perfil de medición de presión medido por el sensor 6 de presión y sobre la temperatura ambiente medida por el sensor 7.

De hecho, el valor de presión medido se corrige con respecto a la variación de la temperatura ambiente. Esto permite analizar, por ejemplo, la pendiente (variación) de la presión corregida para detectar la presencia o ausencia de una fuga de gas.

10 Así, la medición de la presión (antes de la expansión en caso de expansión), de la temperatura ambiente y de una señal representativa del no uso / uso del gas permite determinar la presencia o ausencia de una fuga de gas en el circuito (entre la fuente 4, 5 de gas a presión y el lugar de uso final del gas aguas abajo de la central 2 de inversión).

De hecho, según la ley de los gases reales (o posiblemente según la ley de los gases ideales con menos precisión), existe una relación

15 [Mat. 1]

$$P V = n R Z T$$

siendo V el volumen del gas expresado en m³, P la presión del gas en Pa, T la temperatura del gas en K, n el número de moles contenidos en el volumen y Z la compresibilidad del gas (factor que depende de la naturaleza del gas, de la temperatura y de la presión del gas).

20 Esta relación se puede poner en forma de una masa de gas m contenida en el volumen V en función de los demás parámetros ya mencionados

[Mat. 2]

$$m = n M = \frac{P V M}{R Z T}$$

25 M es la masa molar del gas. Para un volumen dado y un gas dado, la masa de gas contenida en él es constante si la siguiente relación permanece constante

[Mat. 3]

$$\frac{P}{Z T} = f(T, P)$$

30 Esta relación depende de la presión y la temperatura promedio del gas en el volumen. Sin embargo, es muy difícil medir la temperatura dentro de una o más bombonas de gas. Según la invención, la temperatura promedio del gas en la fuente o el circuito se deduce (se aproxima) a partir de la medición de la temperatura ambiente a su alrededor. Para ello, las variaciones en la temperatura del gas en el interior de las bombonas se deducen de las variaciones en la temperatura ambiente.

35 La variación de la temperatura ambiente alrededor de las fuentes 4, 5 influye de hecho en la temperatura del gas en las fuentes a través del flujo de calor que pasa a través de las paredes de las bombonas. El flujo de calor por convección y radiación en la pared externa de las bombonas se transforma en un flujo conductor a través de la pared de las bombonas y luego en forma convectiva entre la pared interna de la bombona y el gas del interior.

Para estimar el tiempo requerido después del cual la temperatura interna del gas varía como resultado de las variaciones en la temperatura ambiente, con frecuencia es habitual introducir los tiempos característicos relacionados con cada uno de los modos de transferencia de calor a cada lado de la pared de la bombona.

40

ES 2 977 232 T3

El tiempo de intercambio de calor característico alrededor de la pared externa de la bombona se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

[Mat. 4]

$$\tau_e = \frac{m_w C_{p_w}}{k_e S_e}$$

5 Donde m_w es la masa (en kg) de la pared de una bombona y C_{p_w} es el calor específico de la pared de la bombona (en $W/(m^2.K)$), k_e es el coeficiente de intercambio externo total (convectivo y radiativo $W/(m^2.K)$) alrededor de la pared de la bombona y S_e es la superficie externa de la pared de la bombona (en m^2).

10 Por ejemplo, para una bombona metálica de acero del tipo B50, que pesa 74 kg, cuyo coeficiente de intercambio externo total es del orden de $10 W/(m^2.K)$, con un volumen interno de 50 litros y una superficie de intercambio externo de $1,08 m^2$, este tiempo de intercambio de calor externo característico es, por lo tanto, igual a $(74 \times 460)/(10 \times 1,08) = 3152$ segundos.

El tiempo de convección característico en la pared interna de la bombona se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

[Mat. 5]

$$\tau_{cvi} = \frac{m_g C_{p_g}}{k_{cvi} S_i}$$

15 Donde k_{cvi} es el coeficiente de intercambio convectivo entre el gas de la bombona y la pared interna de esta bombona, si la superficie interna de la pared de la bombona está en contacto con el gas (en m^2), m_g es la masa de gas contenida en la bombona (en kg) y C_{p_g} es el calor específico de la bombona.

20 Por ejemplo, para una bombona metálica de tipo B50 que contiene, por ejemplo, monóxido de carbono (CO) a 10 MPa (100 barg), cuya masa en la bombona a $15^\circ C$ es de 5,94 kg, el calor específico de $1234 J/(kg.K)$, el coeficiente de intercambio convectivo interno es del orden de $50 W/(m^2.K)$, la superficie de intercambio interno es $1 m^2$, el tiempo de convección interna característico es igual a $(5,94 \times 1234)/(50 \times 1) = 146,6$ segundos.

El tiempo de conducción característico en el espesor de la pared de la bombona se puede expresar en la forma

[Mat. 6]

$$\tau_{cd} = \frac{e_w^2}{a_w}$$

25 donde e_w es el grosor de la pared de la bombona y a_w es la difusividad térmica de esta pared.

Para una bombona de acero inoxidable B50 cuyo espesor promedio es de 9 mm y cuya difusividad térmica de la pared es de $4,3510^{-6} m^2/s$, para este tiempo característico se obtienen $81 \times 10^{-6}/4,35 \times 10^{-6} = 18,6$ segundos.

30 El tiempo total característico de transferencia de calor desde el medio ambiente alrededor de la bombona al gas dentro de la bombona se puede representar mediante la suma de los 3 tiempos característicos mencionados anteriormente, es decir, $3152 + 18,6 + 146,6 = 3317$ segundos = 3317 segundos = 55,3 minutos o aproximadamente una hora.

35 Por lo tanto, el orden de magnitud del tiempo característico total es de aproximadamente 1 hora y está claramente dominado por el tiempo de intercambio de calor externo característico, que representa casi la totalidad (95 %) del tiempo total. En otras palabras, la variación en la temperatura del gas en la bombona alcanza la de la temperatura ambiente después de aproximadamente tres veces el tiempo característico total.

Se encontró que el promedio móvil de la temperatura ambiente durante un periodo de 3 horas (tres veces el tiempo característico total) da una buena estimación de la temperatura interna del gas en la bombona en el caso de que no haya consumo de gas.

40 Así, la temperatura T del gas puede aproximarse mediante el promedio móvil de la temperatura ambiente durante un periodo comprendido entre una hora y cinco horas, y en especial tres horas.

En conclusión, la temperatura promedio del gas en la bombona (sin consumo, es decir, sin extracción) puede aproximarse mediante el promedio móvil durante un periodo igual a tres veces el tiempo total característico del intercambio de calor entre el entorno ambiental y el gas en la bombona.

ES 2 977 232 T3

En la presión corregida P_c (que es proporcional a la masa de gas que queda en la bombona) se tienen en cuenta las variaciones en la temperatura del gas y el factor de compresibilidad Z en forma de

[Mat. 7]

$$P_c(T, P) = f(T, P) * Z_0(T_0, P_0) * T_0$$

5 Donde $f(T, P)$ es una función que depende de la naturaleza del gas, la presión y la temperatura del gas en la bombona. Esta función se puede tabular o ajustar mediante un polinomio T y P .

$Z_0(T_0, P_0)$ es el factor de compresibilidad del gas a T_0 y P_0 (respectivamente temperatura y presión iniciales) de la bombona después del llenado (por ejemplo, 22 MPa [220 barg] y 15 °C = 288,15 K).

10 La presión corregida P_c se puede poner en forma de una función polinomial de orden 2 en T (temperatura del gas en la bombona) donde los coeficientes son polinomios de orden 3 en P (presión medida en la bombona o bombonas del bloque antes de la expansión) con P en bar abs. y T en K (la temperatura se puede expresar en grados K o en grados C, pero en este caso el valor de los coeficientes se modifica en consecuencia).

[Mat. 8]

$$P_c(T, P) = [A \cdot P^3 + B \cdot P^2 + C \cdot P + D] \cdot T^2 + [E \cdot P^3 + F \cdot P^2 + G \cdot P + H] \cdot T + [I \cdot P^3 + J \cdot P^2 + K \cdot P + L]$$

15 Los coeficientes A a L pueden indicarse como los valores de una matriz A (3, 4), que para el monóxido de carbono (CO) con $P_0 = 221$ bar abs. y $T_0 = 15$ °C = 288,15 K se puede definir en la siguiente tabla:

[Tabla 1]

-5,51605E-10	1,51951E-07	1,66395E-05	-4,36997E-05
3,70776E-07	-0,0001018	-0,013670931	0,028489057
-6,31947E-05	0,016902099	3,6228986551	-4,6955056791

20 Estos coeficientes dependen de la naturaleza del gas. De hecho, la fórmula para la presión corregida P_c implica el coeficiente de compresibilidad del gas. Este coeficiente depende de la naturaleza del gas, de la temperatura del gas y de su presión. Este coeficiente de compresibilidad Z se puede tabular para cada gas en función de la temperatura y la presión del gas. Podemos extraer este coeficiente de compresibilidad Z basándonos, por ejemplo, en los datos suministrados por el sitio del NIST (Instituto Nacional de Estándares y Tecnología) (<https://webbook.nist.gov/chemistry/>). Conociendo el coeficiente de compresibilidad del gas en cuestión, la presión corregida se calcula así para varios valores de presión y temperatura del gas. A continuación, se ajustan una o, si es necesario, varias funciones de ajuste polinomial («fit» en inglés) que permiten reproducir la presión corregida en todo el intervalo de variación de temperatura y presión del gas. Del ajuste del polinomio para el gas en cuestión, se obtienen los coeficientes A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K y L.

30 Así, conociendo la medición de la presión del sensor 6 y la temperatura del gas T deducida de la temperatura ambiente medida por el sensor 7, el dispositivo puede calcular la presión corregida P_c a partir de la fórmula anterior.

35 Si la unidad 8 electrónica recibe una señal representativa de la falta de uso de gas en la red después de la central de inversión (sin extracción, sin suministro de gas al usuario 3) y si la presión corregida P_c calculada mediante la fórmula anterior disminuye con el tiempo (por ejemplo, $P_c(t) - P_c(t + \Delta t)$ es mayor que un umbral), esto implica que hay una fuga en el circuito. Se puede generar una señal de alerta (visual y/o acústica) y se puede activar cualquier otra acción (detener, cerrar válvulas...). La señal representativa de la falta de uso de gas en la red se puede obtener, por ejemplo, mediante una señal de una válvula cerrada al nivel del uso final del gas o mediante una señal de caudal cero al nivel del caudalímetro muy cerca del uso final del gas.

40 Este umbral en bar puede ser igual a al menos el doble de la precisión del sensor de presión usado (por ejemplo, el umbral de 0,5 MPa (5 bar) para un sensor de 256 MPa (250 bar) como máximo tiene una precisión del 1 %). El valor Δt es preferiblemente del orden de varias horas, en especial tres horas, como se ha descrito anteriormente.

En estas condiciones, se puede mostrar una señal en el sensor de presión y/o se puede enviar un mensaje de forma remota usando, por ejemplo, una red de Internet de las cosas o una red GSM o cualquier otra red de telecomunicaciones (Bluetooth, etc.) para alertar de la presencia de una fuga de gas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de suministro de gas que comprende una central (2) de inversión, comprendiendo la central (2) de inversión dos entradas para conectarse, respectivamente, a dos fuentes (4, 5) distintas de gas a presión y una salida para conectarse a una unidad (3) de usuario, comprendiendo la central (2) de inversión un mecanismo de conmutación automático y/o manual que permite cambiar la alimentación de gas a la unidad (3) de usuario desde una fuente (4) o desde la otra (5) fuente para garantizar la continuidad de la alimentación durante el uso del dispositivo, comprendiendo el dispositivo un sensor (6) de presión que mide la presión de gas en la salida y/o al menos una entrada de la central (2) de inversión, un sensor (9) de detección de consumo de gas proporcionado por el dispositivo (1) de suministro de gas y una unidad (8) electrónica de almacenamiento y procesamiento de datos, que recibe la señal de este sensor (9) de detección de consumo de gas, caracterizado por que el dispositivo comprende un sensor (7) de temperatura ambiente, recibiendo la unidad (8) electrónica de almacenamiento y procesamiento de los datos la medición del sensor (7) de temperatura ambiente y la medición del sensor (6) de presión y estando configurado para calcular, a partir de estas mediciones de presión y temperatura ambiente, la variación de presión de gas corregida que no se debe a la variación de temperatura ambiente, y por que, la unidad (8) electrónica de almacenamiento y procesamiento de datos está configurada para detectar una fuga y generar una señal de alerta de respuesta cuando la variación de presión de gas calculada corregida supera la variación de presión real correspondiente a la señal (9) del sensor para detectar el consumo de gas proporcionado.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que la unidad (8) electrónica de almacenamiento y procesamiento de datos está configurada para detectar una fuga y generar una señal de alerta en respuesta cuando el sensor (9) de detección de consumo no detecta el consumo de gas proporcionado por el dispositivo mientras que la variación de presión de gas corregida calculada corresponde a una disminución de la presión.
3. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que comprende un regulador (10) de presión dispuesto en la salida de la central (2) de inversión y configurado para reducir la presión proporcionada a una unidad (3) de usuario a un valor determinado.
4. Instalación para suministrar gas a una unidad (3) de usuario que comprende un dispositivo de suministro de gas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 y dos fuentes (4, 5) de gas a presión conectadas, respectivamente, a las dos entradas de la central (2) de inversión.
5. Procedimiento para suministrar gas a una unidad (3) de usuario mediante un circuito que incluye una central (2) de inversión conectada a dos fuentes (4, 5) distintas de gas a presión, comprendiendo la central (2) de inversión un mecanismo de conmutación automático y/o manual que permite cambiar la alimentación de gas de la unidad (3) del usuario desde una fuente (4) o desde la otra (5) fuente para garantizar la continuidad de la alimentación durante el uso del dispositivo, comprendiendo el procedimiento una etapa de medición de la presión del gas en el circuito, en especial entre la central (2) de inversión y la unidad (3) de usuario, caracterizado por que el procedimiento comprende una etapa de medición de la temperatura ambiente, una etapa de cálculo de la presión corregida del gas en el circuito a partir de los valores de presión medidos y la temperatura ambiente, para determinar las variaciones de presión solo debidas a una transferencia de gas desde una fuente a la unidad (3) de usuario, comprendiendo el procedimiento una etapa de detección de un suministro de gas a una unidad (3) de usuario a través del circuito y, cuando la presión corregida calculada disminuye y no se detecta el suministro de gas a una unidad (3) del usuario, una etapa de generación de una señal de alerta.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que la temperatura del gas en el circuito y, especialmente, en las fuentes (4, 5) se aproxima mediante el valor del promedio móvil de la temperatura ambiente medida (7) durante un periodo igual a tres veces el tiempo total característico del intercambio de calor entre el medio ambiente y el gas de la fuente (4, 5).
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 6, caracterizado por que la variación de la presión del gas corregida se calcula calculando la presión P (en Pa) a partir de la ecuación [Mat. 1] de los gases reales $PV = n.R.Z.T$, en la que V es el volumen del gas (en m³), n el número de moles de gas, R la constante del gas ideal (unidades en J.K⁻¹.mol⁻¹), Z el factor de compresibilidad del gas en cuestión (adimensional según la naturaleza del gas, la temperatura y la presión del gas), T la temperatura del gas (en K) y, por que, la temperatura T del gas aproximado como un promedio móvil de la temperatura ambiente medida durante un periodo determinado comprendido entre una hora y cinco horas, y especialmente tres horas.
8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado por que la presión corregida (P_c) del gas en el circuito se calcula en forma de una función polinómica a la temperatura T del gas (en grados K) y cuyos coeficientes son polinomios a la presión medida (P en bar abs.).

9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizado por que la presión corregida (Pc) del gas en el circuito se calcula en forma de una función polinómica de orden 2 en temperatura T del gas (en grados K) y cuyos coeficientes son polinomios de orden 3 en presión medida (P en bar abs.)

$$P_C = [A \cdot P^3 + B \cdot P^2 + C \cdot P + D] \cdot T^2 + [E \cdot P^3 + F \cdot P^2 + G \cdot P + H] \cdot T + [I \cdot P^3 + J \cdot P^2 + K \cdot P + L]$$

5 en que los coeficientes A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K y L son coeficientes reales obtenidos mediante el suavizado polinomial de la función que implica el coeficiente de compresibilidad del gas.

[Fig. 1]

