

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 941**

51 Int. Cl.:

A61M 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.11.2007 PCT/FR2007/052303**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.05.2008 WO08056082**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2007 E 07858665 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017 EP 2083895**

54 Título: **Dispositivo de insuflación de gas que permite una utilización óptima y segura de los recipientes de gas a presión**

30 Prioridad:

08.11.2006 FR 0654787

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.06.2017

73 Titular/es:

**SOPRO (50.0%)
Zac Athelia IV Avenue des Genevriers
13705 La Ciotat Cedex, FR y
UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE (PARIS 6)
(50.0%)**

72 Inventor/es:

**SEZEUR, ALAIN;
DROMIGNY, FABIEN;
SANDRAZ, JEAN-RÉMI y
AOUSSAT, AMÉZIANE**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 619 941 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 de insuflación de gas que permite una utilización óptima y segura de los recipientes de gas a presión.

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere al campo general de los insufladores de gas médicos, en particular los utilizados en cirugía. La presente invención se refiere más precisamente al control de la cantidad de gases que se permanecen en un recipiente a presión conectado a un dispositivo de insuflación pasivo o activo, clásicamente una botella de gas, licuado o no.

El objetivo de un control de este tipo es que el cambio de botella se efectúe de manera suficientemente anticipada para que la utilización de la insuflación no deba ser interrumpida brusca e inoportunamente.

15 Dicho control es, por lo tanto, indispensable para evitar la detención inoportuna y muy perjudicial de la insuflación en medio de una intervención o de una sesión terapéutica. Actualmente, la cantidad de gas restante se controla convencionalmente mediante un control de la presión dentro de la botella. Existen así unas alertas para señalar una presión inferior a un umbral de alerta, por ejemplo 10 bares.

20 Sin embargo, se pueden conectar al dispositivo de insuflación unas botellas de formatos diversos y que contienen por lo tanto cantidades y naturalezas de gases diferentes para una misma presión interna.

En el caso de la utilización de botellas de bajo contenido, la alerta corresponderá aproximadamente a un volumen restante demasiado bajo para realizar o completar una intervención o una sesión de terapia.

25 Pero, para las botellas de gran contenido, las alertas de finalización de la botella son desencadenadas por un umbral de presión, aunque exista todavía suficiente gas para seguir una o incluso varias intervenciones o sesiones terapéuticas sin riesgo, aunque se haya alcanzado, generalmente, la presión de alerta. Frecuentemente, la cantidad de gas no utilizada habría permitido realizar una, incluso otras más, intervenciones o sesiones terapéuticas. Por el contrario, para una botella pequeña, la alerta se da tardíamente, dejando poco tiempo para cambiar la botella antes de la detención de la insuflación.

30 Unos dispositivos médicos de insuflación de gases según el estado de la técnica se conocen a partir de los documentos US 2005/222491 A1, US 2005/222534 A1, US-B1-6.299.592, WO 94/01154 A, US-A-5.423.741 y DE 26 11 698 A1.

Objeto y resumen de la invención

40 La presente invención tiene por lo tanto como objetivo principal paliar este inconveniente. La invención se refiere en particular al control del contenido de botellas de gas a presión, incluso licuado, al final de la utilización, a saber, en particular, cuando el gas está totalmente en fase gaseosa en la botella.

45 La invención propone así un dispositivo médico para la insuflación de gas que comprende, por lo menos, un circuito de salida del gas, un conector para conectar un recipiente a presión, en el que el gas está acondicionado, un reductor de presión colocado entre el conector y el circuito de salida del gas, un sensor de alta presión colocado entre el conector y el reductor de presión, un caudalímetro colocado a la salida del reductor de presión, y un microprocesador conectado por lo menos al sensor de alta presión para recibir unas señales representativas de la presión observada a nivel del conector y al caudalímetro para recibir unas señales representativas del caudal a la salida del reductor de presión, caracterizado por que el microprocesador comprende unos medios para evaluar un volumen de gas restante después de expansión en función de las señales recibidas desde el sensor de alta presión y del caudalímetro durante una expansión del gas, comprendiendo estos medios de evaluación unos medios para evaluar el volumen de gas restante después de expansión como la relación entre el volumen expandido obtenido a partir del caudal medido por el caudalímetro durante la expansión, y de la duración de ésta, y la caída de presión generada por esta expansión y medida a nivel del sensor de alta presión multiplicada por la presión restante medida por el sensor de alta presión al final de la expansión.

55 Con un dispositivo de este tipo, la evaluación del volumen de gas restante después de expansión permite tomar la decisión de cambiar la botella cuando no quede un volumen suficiente de gas para realizar una intervención o una sesión de terapia. El cambio de botella no se decide entonces con respecto a un límite de presión, como es el caso hasta ahora.

60 En particular, la invención permite utilizar el gas restante en las botellas de gran contenido, para las cuales la presión observada cuando no quede realmente suficiente gas para realizar una intervención o una sesión de terapia, será muy inferior a la presión umbral.

65 Así, la evaluación del volumen restante después de expansión es como mínimo una seguridad complementaria para

las pequeñas botellas y como máximo, una fuente de ahorro.

5 Según una característica de la invención, los medios de evaluación evalúan el volumen de gas restante después de expansión como la relación entre el volumen expandido obtenido a partir del caudal y de la duración de éste, y la caída de presión generada por la expansión, y medida a nivel del sensor multiplicada por la presión restante medida por el sensor al final de la expansión.

10 Este cálculo presenta la ventaja de ser simple de realizar, incluso si comprende unas aproximaciones, en particular a nivel de la influencia de la temperatura. Esta característica supone, no obstante, que el caudalímetro, en el que el gas está todavía a una presión intermedia entre la presión de la botella y la presión atmosférica, realiza una medición del volumen expandido a la presión atmosférica. Este es generalmente el caso para todos los caudalímetros utilizados en este campo. En el caso contrario, esto introduce un único factor en el cálculo.

15 Según un modo de realización particular de la invención, los medios de evaluación realizan un cálculo del volumen expandido a partir del caudal observado y de la duración de la expansión al final de la caída de un intervalo de presión seleccionado previamente.

20 Con una característica de este tipo, una caída de presión seleccionada previamente es un intervalo constante para el cual se calcula el volumen expandido. En función de este volumen expandido medido durante la caída de presión previamente seleccionada se evalúa entonces el volumen restante después de expansión.

Según otro modo de realización particular de la invención, los medios de evaluación realizan la medición de una caída de presión al final de la expansión de un volumen expandido seleccionado previamente.

25 Con dicha característica, el volumen expandido se selecciona previamente y es la caída de presión generada por la salida de este volumen expandido de gas la que permite la evaluación del volumen restante después de expansión.

30 Así, en la utilización del dispositivo, el cálculo del volumen expandido o la medición de la caída de presión se pueden efectuar respectivamente a cada caída de un intervalo de presión elegida o al final de cada expansión sucesiva de un volumen expandido seleccionado.

35 El control realizado según la invención es particularmente fiable en los casos en los que el gas está totalmente en fase gaseosa, es decir generalmente al final de utilización de una botella. Sin embargo, cuando el gas está todavía, por lo menos parcialmente, en fase líquida, la cantidad de gas restante en términos de volumen no se puede medir fácilmente. En efecto, la presión dentro del recipiente es entonces muy variable en función de la temperatura ambiente. La presión puede variar así entre 50 y 65 bares, a las temperaturas ambientes observadas habitualmente en los bloques quirúrgicos en zona templada, es decir entre 16 y 20°C. Muy frecuentemente, la cantidad de gas en la botella es entonces suficiente, pero no es siempre el caso para botellas pequeñas.

40 Además, hay que añadir el hecho de que la expansión del gas provoca un enfriamiento de éste. Esto tiene como consecuencia directa hacer también caer la presión. La utilización de la presión observada entonces a la salida de la botella introduce por lo tanto un error en el cálculo del volumen restante.

45 Un modo de realización particular de la invención resuelve este problema incluyendo una sonda de temperatura apta para medir la temperatura del gas que sale de la botella y conectada al microprocesador, siendo el microprocesador apto para utilizar esta medición de temperatura para asegurar la fiabilidad del volumen restante evaluado de gas después de expansión.

50 Con esta característica, es posible el control del volumen restante después de expansión, incluso para botellas pequeñas o para gases que presentan unas fases líquidas para unas presiones relativamente bajas.

55 Ventajosamente, el dispositivo es entonces tal que, cuando se observa una modificación de la temperatura superior a un límite dado durante una expansión que sirve para la evaluación del volumen restante después de expansión, el microprocesador inicia una acción elegida entre las siguientes: alerta, no visualización del volumen restante después de expansión, determinación de un factor de corrección en función de la modificación de temperatura y utilización de este factor de corrección en la evaluación del volumen restante después de expansión.

60 Según una característica ventajosa, los medios de evaluación se desencadenan cuando el sensor mide una presión inferior a un umbral dado.

65 A la vista de lo anterior y en ausencia de utilización de una sonda de temperatura, dicho límite corresponde ventajosamente a la presión para la cual se sabe que, a las temperaturas habituales, el gas contenido en el recipiente está totalmente en fase gaseosa. Por ejemplo, en el caso del dióxido de carbono, esta presión es de 49 bares.

Esto evita que los medios de evaluación funcionen cuando el gas está todavía por lo menos parcialmente licuado en

la botella y no existan medios de corrección o indicativos de variaciones de temperatura.

5 Según una característica adicional del dispositivo de la invención, aparte de la utilización del dispositivo para la insuflación, los medios de evaluación son ventajosamente desencadenables puntualmente mediante la puesta en marcha de una expansión predefinida por una caída de presión dada o por un volumen de gas expandido dado.

10 Según una característica ventajosa, el dispositivo comprende unos medios de desencadenamiento puntual de los medios de evaluación manuales o que funcionan por recepción de una señal. Los medios de desencadenamiento manual son ventajosamente un botón colocado en el dispositivo y destinado a ser presionado por el operario o el usuario. La señal recibida por los medios de recepción de señal puede ser una señal que proviene de un mando a distancia o una señal de voz.

15 Con estas características, es posible poner en marcha voluntariamente una evaluación del volumen restante fuera de cualquier utilización del dispositivo. Esto es particularmente interesante cuando se enciende el dispositivo, por ejemplo por una enfermera de un quirófano que puede entonces decidir cambiar o no directamente la botella en función del número de intervenciones a realizar y del volumen restante después de expansión evaluado. Este modo de realización particular de la invención permite por lo tanto proponer un ensayo de volumen restante después de expansión antes de la utilización del dispositivo para una o varias intervenciones. Esto es muy útil en entornos quirúrgicos o en los servicios de cuidado o a domicilio, en los que las decisiones se deben tomar generalmente de forma rápida y segura.

20 La utilización de un control de voz es particularmente ventajosa en el ámbito en el que el dispositivo se utiliza en terapia en un enfermo inválido e incapaz de pulsar un botón.

25 Ventajosamente, el volumen de gas restante después de expansión se muestra en unos medios de visualización conectados al microprocesador.

30 Una visualización de este tipo es útil para informar al operario del dispositivo de insuflación para que conozca, instantánea y anteriormente a la puesta en marcha de la utilización, la cantidad de gas de la cual dispone para utilizar el dispositivo con total seguridad.

35 Según una característica adicional del dispositivo de la invención, los medios de evaluación permiten la detección del tipo de recipiente conectado en función del cálculo de la relación del volumen expandido obtenido a partir del caudal y de la duración de éste sobre la caída de presión generada por la expansión y medida a nivel del sensor.

Esta característica adicional es útil para la información del operario, que conoce entonces, de manera segura, la capacidad de la botella de la cual puede todavía disponer a partir del momento en el que el gas que está contenido en esta botella está en fase gaseosa.

40 Dicha detección del tipo de botella conectada sustituye cualquier selección manual y, por lo tanto, potencialmente fuente de error prevista en la técnica anterior para señalar el tipo de botella conectada.

Ventajosamente, el tipo de recipiente conectado detectado se muestra en los medios de visualización.

45 La invención se refiere también a un procedimiento apto para ser implementado en un microprocesador de un dispositivo de insuflación según la invención, para evaluar un volumen de gas restante después de expansión cuando tiene lugar una expansión del gas contenido en un recipiente a presión conectado al dispositivo de insuflación, que comprende las etapas de puesta en marcha de una expansión, recepción de señales representativas de la presión dentro del recipiente que provienen del sensor de alta presión, recepción de señales representativas del caudal a la salida del reductor de presión que provienen del caudalímetro, y evaluación del volumen restante de gas después de expansión como la relación entre el volumen expandido obtenido a partir del caudal medido por el caudalímetro durante la expansión y de la duración de éste, y la caída de presión generada por esta expansión y medida a nivel del sensor de alta presión multiplicada por la presión restante medida por el sensor de alta presión al final de la expansión.

50 Según una forma de realización preferida, las diferentes etapas del procedimiento son determinadas por unas instrucciones de programas de ordenadores.

60 En consecuencia, la invención tiene también como objeto un programa de ordenador en un soporte de informaciones, siendo este programa susceptible de ser utilizado en un microprocesador, comprendiendo este programa unas instrucciones adecuadas para la realización de las etapas del procedimiento según la invención.

65 Este programa puede utilizar cualquier lenguaje de programación, y estar en forma de código fuente, código objeto, o código intermedio entre código fuente y código objeto, tal como en una forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma deseable.

La invención tiene también como objeto un soporte de informaciones legible por un microprocesador, y que comprende unas instrucciones de un programa de ordenador tal como se ha mencionado anteriormente.

El soporte de informaciones puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de almacenar el programa.

Alternativamente, el soporte de informaciones puede ser un circuito integrado en el que se incorpora el programa, siendo el circuito también adecuado para ejecutar o para ser utilizado en la ejecución del procedimiento en cuestión.

Breve descripción de los dibujos

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la descripción siguiente, en referencia a los dibujos adjuntos, que ilustran un ejemplo de realización desprovisto de cualquier carácter limitativo.

En las figuras:

- la figura 1 representa esquemáticamente un dispositivo médico de insuflación de gas según la invención,
- la figura 2 es un organigrama que ilustra un procedimiento según la invención,
- la figura 3 es una ilustración de los medios de visualización en un modo de realización preferido de la invención,
- la figura 4 es un diagrama presión-temperatura que corresponde al dióxido de carbono.

Descripción detallada de un modo de realización

La figura 1 representa esquemáticamente un dispositivo de insuflación 1 según la invención. Un dispositivo 1 de este tipo comprende un conector 2 con el fin de ser conectado a un recipiente a presión 3, generalmente una botella de gas licuado. Como se ha visto anteriormente, dichas botellas de gas licuado existen en varios formatos, permitiendo la invención optimizar la utilización de estas botellas de formatos diferentes.

El dispositivo de insuflación 1 comprende además un reductor de presión de presión 4, a la salida del cual el gas está a baja presión, fija y constante, por ejemplo 3 o 3,5 bares. Comprende también un sensor de alta presión 5 colocado entre el conector 2 y el reductor de presión 4, y un caudalímetro 6 colocado a la salida del reductor de presión 4. El reductor de presión 4 está conectado a un circuito de salida del gas 7 que permite una insuflación controlada del gas por modulación de la presión a la salida del dispositivo.

El sensor 5 y el caudalímetro 6 están conectados a un microprocesador 8 que controla unos medios de visualización 9, ventajosamente implementados directamente en una parte frontal del dispositivo de insuflación 1.

El microprocesador 8 implementa un procedimiento según la invención tal como se ilustra en la figura 2. Este procedimiento puede ser puesto en marcha manualmente mediante la presión de un botón 10 colocado en la parte frontal del dispositivo de insuflación 1 y conectado al microprocesador para poner en marcha el procedimiento según la invención o serlo cada vez que se realiza una expansión durante la utilización del dispositivo 1. En el caso de una puesta en marcha manual, el microprocesador 8 está conectado ventajosamente a una válvula del circuito de salida 7 para controlar el funcionamiento, desencadenando la apertura la expansión y la salida del gas, y/o conectado a una válvula situada en el conector 2 o cerca de éste para controlar también el funcionamiento, desencadenando también su apertura la expansión y la salida del gas a través del dispositivo de insuflación 1.

El procedimiento según la invención comprende una etapa E0 de inicialización y de puesta en marcha de una expansión. Por ejemplo, dos registros del microprocesador 8 que comprenden respectivamente un dato sobre la caída de presión y un dato sobre la duración transcurrida durante una expansión se inicializan a un valor cero.

Como se ha precisado anteriormente, se señala que la puesta en marcha de la expansión puede ser el hecho de una utilización del dispositivo para una insuflación o una puesta en marcha voluntaria, manual, antes de cualquier utilización del dispositivo para probar la cantidad de gas restante.

En los dos casos, el sensor y el caudalímetro envían entonces unas señales hacia el microprocesador, que los recibe en paralelo en las etapas E1 y E2 durante todo el tiempo que dura la expansión. Estas señales son representativas de la presión P aguas arriba del reductor de presión, por lo tanto de la presión en la botella, y del caudal D a la salida del reductor de presión.

En el ejemplo propuesto a continuación, se presta atención al caso en el que la expansión es desencadenada por un desencadenamiento manual de los medios de evaluación, por ejemplo por presión del botón 10.

Dicha expansión está, por ejemplo, predefinida para que deba generar una caída de presión dada ΔP_p de 0,1 bares.

La elección de la caída de presión puesta en marcha por desencadenamiento manual del procedimiento según la invención se determina en función de la cantidad de gas que se está dispuesto a perder para realizar la evaluación del volumen restante después de expansión y de la sensibilidad del sensor de alta presión.

5 La presión P recibida se utiliza en una etapa E3 en la que se calcula la caída de presión predeterminada ΔP_p . En paralelo, en una etapa E4, el volumen expandido llevado a la presión atmosférica V_A es calculado por el microprocesador 8 integrando el caudal D en el tiempo T transcurrido durante la expansión, de forma que no se observa la caída de presión predeterminada ΔP_p de 0,1 bares.

10 En el ejemplo propuesto, la expansión, representada esquemáticamente por la flecha del caso N que realiza un bucle sobre la etapa E1, continúa hasta que la caída de presión ΔP haya alcanzado la caída de presión predeterminada ΔP_p , Caso O.

15 En este caso, la expansión y la etapa de integración E4 del caudal D en la duración T se detienen y los registros se reinician en una nueva etapa E0.

Esta reinicialización permitirá volver a empezar la evaluación del volumen restante después de expansión durante una expansión posterior del gas.

20 Esto es particularmente útil en el caso en el que la expansión se debe a una utilización del dispositivo de insuflación y es, por lo tanto, continua. Por ejemplo, en tal caso, se utilizan unos incrementos de caída de presión de 0,1 bares para definir unos intervalos de evaluación del volumen restante V_R .

25 Tras detener la integración del volumen expandido V_A llevado a la presión atmosférica P_A , este valor V_A se transmite a una etapa de evaluación E5 del volumen restante después de expansión. Esta etapa E5 calcula entonces la relación entre el volumen expandido V_A y la caída de presión ΔP_p multiplicada por la presión restante P_2 observada por el sensor al final de la expansión.

30 Este cálculo da directamente un valor del volumen restante después de expansión V_R según los cálculos teóricos presentados a continuación.

35 En el recipiente a presión, considerando el gas como perfecto, la ecuación de estado del gas es entonces $P \cdot V = nRT$, siendo P la presión, V el volumen del recipiente, n el número de moléculas de gas, T la temperatura y R la constante de los gases perfectos.

En la expansión ΔP del gas de P_1 a P_2 dentro de la botella, que corresponde a $n_1 - n_2$ moléculas sacadas de la botella, se sabe por lo tanto que $V \cdot \Delta P = V(P_1 - P_2) = (n_1 - n_2)RT$.

40 Como el caudalímetro mide generalmente el caudal llevado a la presión atmosférica P_A , siendo el volumen después de expansión medido con la ayuda del caudalímetro, marcado V_A , se tiene también $P_A \cdot V_A = (n_1 - n_2)RT$, en la que V_A es el volumen expandido a la presión atmosférica medido por el caudalímetro.

Se obtiene así $V = P_A \cdot V_A / \Delta P$.

45 Siendo P_A la presión atmosférica, se constata que la relación entre el volumen expandido V_A y la caída de presión ΔP da una estimación del volumen V del recipiente 3 conectado al dispositivo 1.

50 Es posible entonces determinar automáticamente el volumen de la botella. Según una característica ventajosa, la invención permite por lo tanto detectar cual es el tamaño del recipiente 3 conectado. Este tamaño se señala ventajosamente en los medios de visualización 9, un ejemplo de los cuales está presentado esquemáticamente en la figura 3.

55 Esta figura 3 da un ejemplo de presentación de una pantalla 9, por ejemplo LCD, colocada en la cara delantera de un dispositivo de insuflación 1 según la invención.

60 El tipo de botella se señala ventajosamente resaltando, por ejemplo, mediante el rebordeado con un círculo o la puesta en negrita de una de las letras S, M o L que corresponde a los diferentes tipos de botellas y mostradas en la pantalla. Cuando el gas en la botella está en fase gaseosa, una de las ventajas de la invención es por lo tanto permitir, conociendo de manera segura y por una medición física el tipo de botella conectada, ponderar las alarmas en función de esto. Por ejemplo, el umbral de presión se revisará a la baja para las botellas de gran contenido con respecto a las botellas de poco contenido que, hoy en día, sirven para determinar los umbrales de alarma de presión.

65 Las alarmas son, por ejemplo, sonoras y pueden también ser visuales, tal como se ilustra en la figura 3 por el conjunto 30 de barras de tres colores diferentes, por ejemplo verde, naranja y rojo o, como se ilustra cada vez más oscuro de abajo a arriba. Siendo el verde o el menos oscuro para unas presiones superiores a 10 bares, siendo el

naranja o el oscuro medio para unas presiones comprendidas entre 10 bares y un umbral de presión de alarma que depende del tipo de botella detectado, y siendo el rojo o el oscuro para unas presiones inferiores al umbral de presión de alarma que depende de la botella detectada.

5 Después, el volumen restante V_R en la botella 3 se calcula multiplicando el volumen V de la botella estimado anteriormente por la presión restante P_2 observada en la botella 3 y medida por el sensor 5, pudiendo diferir en un factor que es la presión P_A , presión a la cual se devuelve el caudal medido por el caudalímetro.

10 En efecto, se obtiene entonces $P_2 V = nRT = P_A \cdot V_R$ en la que V_R es el volumen restante después de expansión. P_A es igual a 1 cuando el caudalímetro devuelve sus mediciones a la presión atmosférica, lo cual es generalmente el caso. Se tiene así directamente acceso al volumen restante después de expansión V_R multiplicando el volumen V determinado anteriormente por la presión P_2 observada al final de la caída de presión ΔP .

15 El volumen restante después de expansión V_R se muestra entonces también ventajosamente en los medios de visualización 9. De forma habitual, se muestra también el caudal D .

Además, es juicioso prever que un cálculo sea realizado además por el microprocesador 8 para estimar el tiempo de insuflación restante T_R con la ayuda del caudal D , tal como se observa en tiempo real. Para este último cálculo de estimación, es también posible utilizar una media del caudal D en un lapso de tiempo dado. En el ejemplo propuesto, 20 siendo el caudal D observado de 4 l/min y siendo el volumen restante V_R evaluado de 120 l, el tiempo que queda T_R evaluado es por lo tanto de 30 minutos.

25 Los cálculos dados en lo anterior dan una evaluación exacta del volumen restante después de expansión cuando el gas está totalmente en fase gaseosa o, cuando éste está parcialmente en fase líquida, pero la expansión no ha generado una bajada significativa de la temperatura que ha llevado a una disminución consecuente de la presión dentro del recipiente.

30 De lo contrario, en el caso en el que el gas esté parcialmente en fase líquida, una caída de temperatura genera una caída de la presión que hace los cálculos anteriores erróneos, ya que la caída de presión no se debe, entonces, sólo a la disminución de gas en el recipiente.

35 La figura 4 ilustra la curva de presión P , representada en coordenadas logarítmicas, en función de la temperatura T para el dióxido de carbono hasta su punto crítico PC . Se constata que en las temperaturas ambientes T_{amb} de las zonas templadas, delimitadas por las líneas de puntos, la pendiente en presión P no es despreciable. Así, la menor variación de temperatura T no podrá rápidamente ser considerada como despreciable desde el punto de vista de la caída de presión que se generará con respecto a la caída de presión generada por la salida del gas.

40 Como la expansión del gas provoca inevitablemente un enfriamiento del gas, el control por la invención no será fiable.

45 Asimismo, en el caso en el que el dispositivo está destinado a funcionar con unas botellas en las que, incluso al final de su uso, el gas es susceptible de estar todavía en fase líquida (el caso de las botellas pequeñas), es conveniente dotar el dispositivo 1 de una sonda de temperatura conectada al microprocesador 8.

50 El microprocesador 8 está entonces provisto de medios para gestionar dicho dato. Puede tratarse de una alerta que avisa de que, a la vista de la caída de temperatura observada durante la caída de presión, el volumen restante mostrado es necesariamente erróneo. El microprocesador 8 puede también ser tal que, en el caso en el que detecta una caída de temperatura superior a, por ejemplo, 1°C durante la expansión que sirve al cálculo del volumen restante, éste no se muestra.

55 Finalmente, en una forma de realización más precisa, el microprocesador puede ser tal que sea apto para determinar un factor de corrección calculado en función de las modificaciones de temperatura observadas por la sonda de temperatura. Este factor de corrección se introduce entonces en el cálculo del volumen restante. Se adaptará en función del gas utilizado haciendo referencia a la curva presión/temperatura del gas considerado.

60 Se observa finalmente que se pueden realizar diversas formas de realización según los principios de la invención definida por las reivindicaciones siguientes. En particular, el procedimiento según la invención se puede realizar cuando se efectúa una expansión. El procedimiento puede así ser realizado en continuo con actualizaciones periódicas del cálculo y de la visualización del volumen restante después de expansión, realizándose las actualizaciones ventajosamente a intervalos de caída de presión regulares.

65 Es posible asimismo prever la emisión de un sonido cuando el volumen restante parece inferior a un valor dado. Una alarma sonora de este tipo puede ser implementada sola o en combinación con unos medios de visualización, tales como los presentados anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo médico (1) de insuflación de gas que comprende, por lo menos, un circuito de salida (7) del gas, un conector (2) para conectar un recipiente a presión (3) en el que está acondicionado el gas, un reductor de presión (4) colocado entre el conector (2) y el circuito de salida (7) del gas, un sensor de alta presión (5) colocado entre el conector (2) y el reductor de presión (4), un caudalímetro (6) colocado a la salida del reductor de presión (4), y un microprocesador (8) unido por lo menos al sensor de alta presión (5) para recibir unas señales representativas de la presión observada a nivel del conector (2) y al caudalímetro (6) para recibir unas señales representativas del caudal a la salida del reductor de presión (4), caracterizado por que el microprocesador (8) comprende unos medios para evaluar un volumen de gas restante después de expansión (V_R) en función de las señales recibidas desde el sensor de alta presión (5) y desde el caudalímetro (6) cuando tiene lugar una expansión del gas, comprendiendo estos medios de evaluación unos medios para evaluar el volumen de gas restante después de expansión (V_R) como la relación entre el volumen expandido (V_D), obtenido a partir del caudal (D) medido por el caudalímetro (6) durante la expansión y de la duración (T) de ésta, y la caída de presión (ΔP) generada por esta expansión y medida a nivel del sensor de alta presión (5) multiplicada por la presión restante (P) medida por el sensor de alta presión (5) al final de la expansión.
2. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que los medios de evaluación comprenden unos medios de cálculo del volumen expandido a partir del caudal observado y de la duración de la expansión al final de la caída de un intervalo de presión seleccionado previamente.
3. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que los medios de evaluación comprenden unos medios de medición de una caída de presión al final de la expansión de un volumen expandido seleccionado previamente.
4. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 2 y 3, caracterizado por que, en la utilización del dispositivo (1), los medios de cálculo del volumen expandido o los medios de medición de la caída de presión son tales que el cálculo o la medición se efectúan respectivamente en cada caída de un intervalo de presión seleccionado o al final de cada expansión sucesiva de un volumen expandido seleccionado.
5. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que incluye una sonda de temperatura apta para medir la temperatura del gas que sale del recipiente (3) y unida al microprocesador (8), siendo el microprocesador (8) apto para utilizar esta medición de temperatura para asegurar la fiabilidad del volumen de gas restante después de expansión evaluado.
6. Dispositivo (1) según la reivindicación 5, caracterizado por que el microprocesador (8) comprende unos medios de desencadenamiento para desencadenar, cuando se observa una modificación de la temperatura superior a un límite dado cuando tiene lugar una expansión que sirve para la evaluación del volumen restante después de expansión, una acción seleccionada de entre las siguientes: alerta, determinación de un factor correctivo en función de la modificación de temperatura y utilización de este factor correctivo en la evaluación del volumen restante después de expansión.
7. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de evaluación están dispuestos de tal manera que se desencadenan cuando el sensor de alta presión (5) mide una presión inferior a un umbral dado.
8. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que fuera de la utilización del dispositivo (1), los medios de evaluación están dispuestos de tal manera que son desencadenables puntualmente por desencadenamiento de una expansión predefinida por una caída de presión dada o por un volumen de gas expandido dado.
9. Dispositivo (1) según la reivindicación 8, caracterizado por que comprende unos medios de desencadenamiento puntual de los medios de evaluación manuales o que funcionan por recepción de una señal.
10. Dispositivo (1) según la reivindicación 9, caracterizado por que los medios manuales de desencadenamiento están constituidos por un botón (10) colocado en el dispositivo (1) y destinado a ser presionado por un operario o un usuario.
11. Dispositivo (1) según la reivindicación 9, caracterizado por que comprende unos medios para recibir una señal que proviene de un mando a distancia o una señal de voz.
12. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende unos medios de visualización (9) unidos al microprocesador (8) para visualizar el volumen de gas restante después de expansión.
13. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de evaluación comprenden unos medios que permiten la detección del tipo de recipiente (3) conectado en función del cálculo de la

relación entre el volumen expandido obtenido a partir del caudal y de la duración de éste y la caída de presión generada por la expansión y medida a nivel del sensor de alta presión (5).

5 14. Dispositivo (1) según la reivindicación 13, caracterizado por que comprende unos medios de visualización (9) para visualizar el tipo de recipiente conectado detectado.

10 15. Procedimiento apto para ser implementado en un microprocesador (8) de un dispositivo (1) de insuflación según una de las reivindicaciones 1 a 14, para evaluar un volumen de gas restante después de expansión cuando tiene lugar una expansión del gas contenido en un recipiente a presión (3) conectado al dispositivo de insuflación (1), que comprende las etapas de:

- desencadenar una expansión,
- 15 - recibir señales representativas de la presión dentro del recipiente (3) procedentes del sensor de alta presión (5),
- recibir señales representativas del caudal a la salida del reductor de presión (4) procedentes del caudalímetro (6), y
- 20 - evaluar el volumen de gas restante (V_R) después de expansión como siendo la relación entre el volumen expandido (V_D) obtenido a partir del caudal (D) medido por el caudalímetro (6) durante la expansión y de la duración (T) de ésta, y la caída de presión (ΔP) generada por esta expansión y medida a nivel del sensor de alta presión (5) multiplicada por la presión restante (P) medida por el sensor de alta presión (5) al final de la expansión.

25 16. Soporte de registro legible por un ordenador en el que se graba un programa de ordenador que comprende unas instrucciones para la ejecución de las etapas del procedimiento según la reivindicación 15.

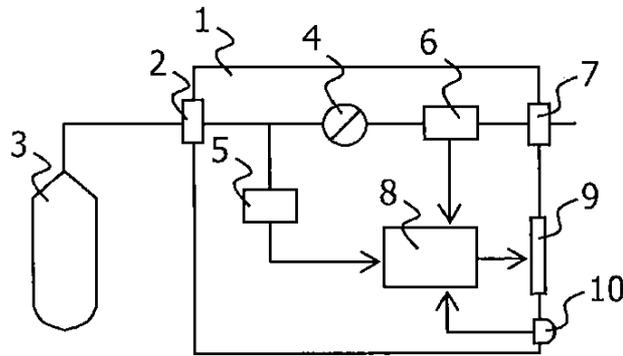


FIG.1

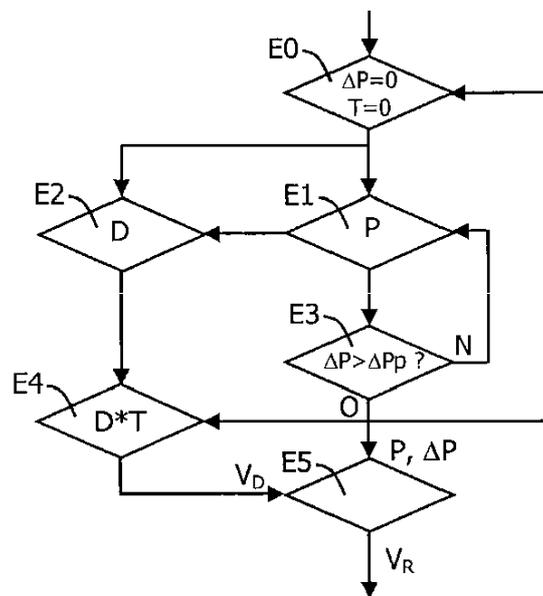


FIG.2

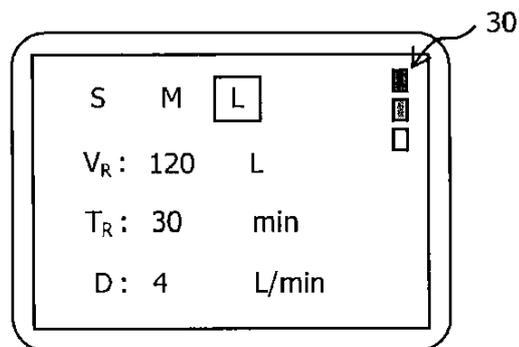


FIG.3

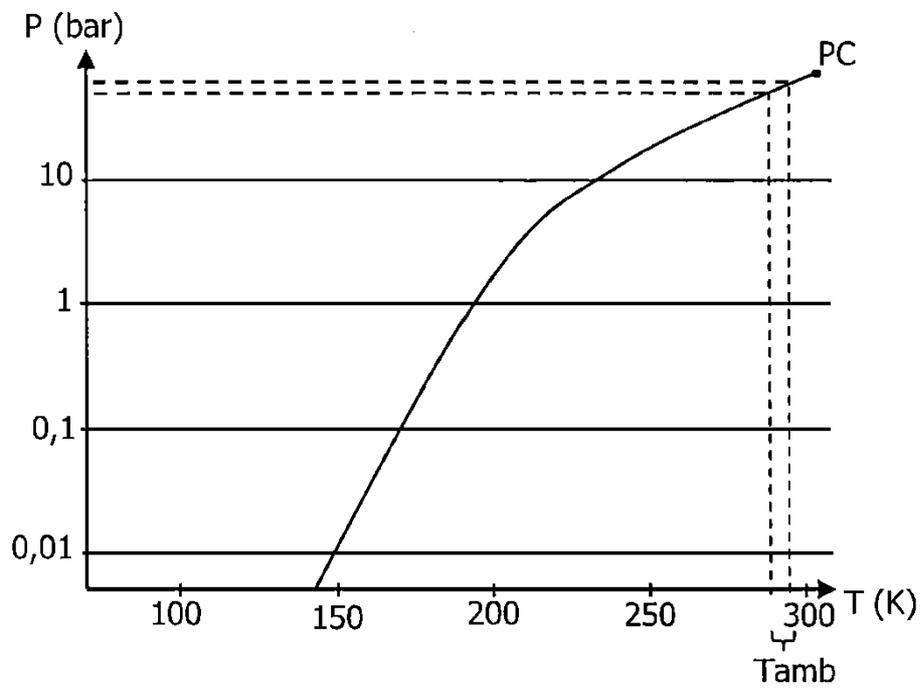


FIG.4